

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS  
"The MujahidAbdellah ARBAOUT"



المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⵓⵔⵉⵏⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT**

### **THEME:**

**Etude du réseau intercommunale des localités (SLIM +DAAMCHIA  
+KARIA+MAAMRIA) vers la STEP (W. Relizane)**

### **Présenté par :**

BENAOUDA Khayra

### **Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mme :DJOUDAR dahbia	M.C.A	Présidente
Mme : TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examinatrice
Mme : HADJ SADOK Nabila	M.A.A	Examinatrice
Mr : HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Promoteur

Session :Novembre 2021

## ***Dédicace :***

*Je dédie ce modeste travail*

*En signe de reconnaissance et de respect.*

*A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à  
mon égard*

*A toute ma famille.*

*A Mon fiancé Abdessalame*

*A mes frères.*

*A mes amis sans exception.*

*A toute la famille E.N.S.H*

***Kheira***

# *Remerciements*

*Avant tout, je remercie DIEU qui ma guider et qui m'a armé de courage pour mener à bien mes études.*

*Je remercie fortement mon promoteur : Mr HACHEMI Abdelkader de m'avoir orienté par ses conseils avisés dans le but de mener à bien ce travail.  
Et l'effort fournie pour réaliser cette modeste étude.*

*Ainsi Mes remerciements vont également à :*

*Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.*

*Je tiens à remercier aussi :*

*Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail  
Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH*

*Tout ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail*

## ملخص :

تهدف هذه المذكرة أساسا لتصميم شبكة الصرف الصحي بالنسبة لمجليات (سليم ،دعامشية،قرية،معامرة) بولاية.غليزان في إطار إنشاء بيئة سليمة، اخترنا نظام مشترك لتصريف مياه الأمطار و مياه الصرف الصحي نحو محطة المعالجة.

فبعدها جمعنا كامل المعطيات اللازمة لتحقيق هذا المشروع، قمنا بتقدير حجم تدفقات المياه الواجب صرفها ثم حساب الأبعاد و تنفيذ مخطط الشبكة. إضافة إلى تقييم المشروع من الناحية الاقتصادية وذلك بتقدير التكلفة الإجمالية.

الكلمات المفتاحية: مجليات (سليم ،دعامشية،قرية،معامرة) – شبكة الصرف الصحي – نظام تصريف المياه

## Résume :

La projection d'UN réseau d'assainissement des localités (SLIM.DAAMCHIA. KARIA.MAAMRIA) (w. RELIZANE), fait l'objectif de notre mémoire. Dans le but de réalisation un environnement agréable, nous avons opté pour un système unitaire pour évacuer les eaux usées et pluviales vers la STEP.

Une fois avoir rassemblé toutes les données nécessaires pour ce travail, nous avons entamer l'estimation des débits à évacuer en premier lieu, puis le dimensionnement et le tracé des réseaux .de plus nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif.

Mots clés : localités (SLIM.DAAMCHIA. KARIA.MAAMRIA) – système d'assainissement – réseau unitaire.

## Abstract:

The design of a sanitation sewage network for localities (SLIM.DAAMCHIA.KARIA.MAAMRIA) (RELIZANE province) is the object of our dissertation. In order to realize an exemplary village for a pleasant environment, we opted for a unitary system to evacuate wastewater to the WWTP.

Once we have gathered all the necessary data for this work, we have estimated the flows to be evacuated, then the sizing and layout of the networks. In addition, we have prepared a quantitative and estimative cost.

Keywords: localities (SLIM.DAAMCHIA.KARIA.MAAMRIA) - unitary system - sewage net

# Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des planches

Introduction générale

## CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Introduction :	1
I.1. Situation géographique	1
I.2. Données naturelles du site	2
I.2.1. Aperçu géologique	2
I.2.2. Aperçu géotechnique	4
I.2.3. Situation climatique	4
I.2.3.1/ Température	4
I.2.3.2/ Vent	5
I.2.3.3/Evaporation	6
I.2.3.4/ Ensoleillement	7
I.2.3.5/ Précipitations	8
I.3. Données démographiques	9
I.4. Encombrement du sous-sol	10
I.5. Situation hydraulique	10
I.5.1. Alimentation en eau potable	10
I.5.2. Assainissement	11
Conclusion :	11

## CHAPITRE II : Etude hydrologique

Introduction :	12
II .1 Les averses	12
II. 2 Choix de la période de retour	12
II .3 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	13

II. 4 La série des données pluviométriques	13
II. 5 Etude des précipitations maximales journalières	15
II.6 Choix de l'ajustement	16
II.6.1 Vérification de l'homogénéité de la série	16
II. 6.2 Ajustement de la série	16
II. 6.2.1 Ajustement à la loi de Gumbel	17
II. 6.2.2 Ajustement à la loi de Galton (Log-normale)	18
II.6.3 Choix de la loi d'ajustement	20
II.6.3.1 Test graphique	20
II.6.3.2 Test d'adéquation de Khi-deux « $\chi^2$ »	20
II.6.3.3 Sélection de la loi	21
II.7 Calcul des pluies et des intensités de courte durée	21
II.7 .1 Pluies de courte durée	21
II.7 .2 Intensités de courte durée	22
II.8 Intensité moyenne maximale	23
Conclusion :	23

### **CHAPITRE III : Calcul de base**

Introduction :	25
III.1 Situation démographique	25
III.2 Découpage de la superficie d'étude en surfaces élémentaires	26
III.3 Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement	26
III.3.1 Le système unitaire	27
III.3.2 Le système séparatif	28
III.3.3 Le système pseudo-séparatif	30
III.3.4 Système mixte	30
III.3.5 Système autonome	31
III.4 Le choix du système d'assainissement	31

III.5 Les différents schémas d'assainissement	31
III.5.1 Schéma perpendiculaire	31
III.5 .2 Schéma par déplacement latéral	32
III.5.3 Schéma transversal ou oblique	32
III.5 .4 Schéma par zones étagées	33
III.5 .5 Schéma radial	33
III.6 Le choix du schéma d'évacuation	34
III.7 Le coefficient de ruissellement	34
III.7 .1Méthodes de détermination du coefficient de ruissellement	34
En fonction du type d'occupation du sol	35
III.7.1.1 En fonction de la catégorie d'urbanisation	35
III.7 .1.2 En fonction de la densité de population	36
III.7 .1.3En fonction de la nature de la surface	36
III.7 .2 Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire	36
III.8 Calcul de la population pour chaque surface élémentaire	37
III.9 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total	38
III.10 Calcul du nombre d'habitant de chaque surface élémentaire	38
Conclusion :	39

## **CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer**

Introduction :	40
IV.1 Evaluation des débits d'eaux usées	40
IV.1.1 Définition	40
IV.1.2 Nature des eaux usées à évacuer	40
IV.2 Estimation des débits des eaux usées	41
IV.2 .1 Débits des eaux usées domestiques	42
IV.2 .2 Débits des eaux usées des établissements publics	44
IV.2 .3 Débits totaux des eaux usées à évacuer	45

IV.3 Evaluation des débits d'eaux pluviales Les eaux pluviales	46
IV.3 .1 La méthode rationnelle	46
IV.3 .2 Coefficient réducteur de l'intensité	47
IV.3 .3 Validité de la méthode rationnelle	47
IV.3 .4 Hypothèses de la méthode rationnelle	48
IV.3.5 Temps de concentration	48
IV.3 .6 Critique de la méthode rationnelle	49
IV.4 Choix de la méthode	49
IV.5 Calcul des débits pluviaux	49
Conclusion :	52

## **CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

Introduction :	53
V.1 Principe de conception d'un système d'assainissement :	53
V.2 Mode de dimensionnement des canalisations :	54
V.2.1 Base de calcul :	54
V.2.2 Formule de MANNING-STRICKLER :	54
V.2.3 Formule de BAZIN :	56
V.3 Réseau unitaire	56
V.4 Les abaques de Bazin	57
V.5 Conditions d'auto curage	57
V.6 Normes d'écoulement et d'implantation	58
V.6 .1 Canalisations	58
V.7 Résultats du dimensionnement	58
Conclusion	67



## CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau

Introduction.....	68
VI.1 Les ouvrages principaux.....	68
VI.1.1 Les canalisations.....	68
VI.1.2 Formes et sections de conduites.....	68
VI.1.3 Critères du choix de conduite.....	69
VI.1.4 Types de matériaux.....	69
VI.1.4.1 Conduite en fonte.....	69
VI.1.4.2 Conduite en amiante ciment.....	69
VI.1.4.3 Conduite en grés.....	70
VI.1.4.4 Conduite en matière plastique.....	70
VI.1.4.5 Conduite en béton armé.....	71
VI.1.5 Les essais de conduites préfabriqués.....	72
VI.1.5.1 Essai à l'écrasement.....	72
VI.1.5.2 Essai d'étanchéité.....	72
VI.1.5.3 Essai de corrosion.....	73
VI.1.6 Les remèdes.....	73
VI.1.7 Pose de canalisation.....	73
VI.1.7.1 Les conditions de pose.....	73
VI.1.7.2 Les modes de pose.....	74
VI.2 Les ouvrages annexes.....	75
VI.2.1.1 Les branchements particuliers.....	75
VI.2.1.2 Les bouches d'égout.....	76
VI.2.2 Les ouvrages spéciaux.....	77
VI.2.2.1 Les regards.....	77
VI.2.2.2 les déversoirs d'orage.....	79
Conclusion :.....	84

## CHAPITRE VII : Organisation du chantier

Introduction :	85
VII.1 Les étapes de réalisation du projet :	85
VII.1.1 Exécution des travaux	85
VII.1.2. Manutention et stockage des conduites	85
VII.1.2.1. Manutention	85
VII.1.2.2. Stockage	86
VII.1.3. Décapage de la terre végétale	86
VII.1.4. Exécution des tranchées et des fouilles des regard	86
VII.1.5. Aménagement du lit de sable	86
VII.1.6. Emplacement des piquets	86
VII.1.7. Pose des canalisations	87
VII.1.8. Assemblage des canalisations	87
VII.1.9. Essai d'étanchéité	87
VII.1.10. Exécution des regards	87
VII.1.11. Réalisation des branchements	88
VII.1.12. Remblayage et compactage	88
VII .2 Détermination des différents volumes des travaux	90
VII .2.1 Volume du décapage de la couche végétale	90
VII .2 .2 Volume du déblai des tranchées	90
VII 2.3 Volume occupé par le lit de sable	90
VII .2.4 Volume occupé par les conduites	90
VII 2.5 Volume de l'enrobage	91
VII .2.6 Volume du remblai de protection	91
VII .2.7 Volume excédentaire	91
VII .3 Devis quantitatif et estimatif	92
Conclusion :	92

### Conclusion générale

### Références bibliographiques

### Annexe

## Liste des tableaux

### CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I -1 Répartition moyenne mensuelle des températures en (°C) : 2001-2009	5
Tableau I-2 Echelle télégraphique	5
Tableau I-3 Moyenne mensuelle et annuelle des vitesses du vent - 2001 2009-	6
Tableau I-4 les évaporations mensuelles et annuelles moyenne : 2001 – 2009	7
Tableau I-5 Les Moyennes mensuelles d'ensoleillement : Période 2001-2009	7
Tableau I.6 Précipitation moyenne mensuelle Période 2001 – 2009	8
Tableau I.7 Prévisions démographique du plan national de l'eau de la commune de LAHLEF	9

### CHAPITRE II : Etude hydrologique

Tableau II .1: Identification de la station pluviométrique de MERDJA KH. PV	13
Tableau II .2 : La série pluviométrique (MERDJA KH. PV) 1981-2011	14
Tableau II.3 : Les caractéristiques de la série pluviométriques	16
Tableau II-4 : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)	17
Tableau II-5 : Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (Hyfran)	19
Tableau II-6 : Résultat du test de Pearson $\chi^2$	21
Tableau II-7 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités	22

### CHAPITRE III : Calcul de base

Tableau III-1 : Les données relatives à la population	26
Tableau III-2 : Avantages et inconvénients du système unitaire	27
Tableau III-3 : Avantages et inconvénients du système séparatif	29
Tableau III-4 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol	35
Tableau III-5 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	35
Tableau III-6 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	36
Tableau III-7 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces	36
Tableau III-8 : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin	37
Tableau III-9 : Nombre d'habitants pour chaque sous bassin	39

## **CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer**

Tableau IV-1: Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin_____	43
Tableau IV-2 : Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin_____	45
Tableau IV-3 : Débits totaux des eaux usées pour chaque surface élémentaire_____	45
Tableau IV-4 : Débits totaux des eaux pluviales à évacuer_____	50
Tableau IV-5 : débit total de chaque sous bassin à évacuer_____	51

## **CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

Tableau V-1 : Calculs du réseau projeté (collecteur principale et secondaire)_____	59
--	----

## **CHAPITRES VII : Organisation de chantier**

Tableau VII-1: Devis quantitatif et estimatif du projet _____	92
---	----

## Liste des figures

### CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Carte de situation géographique de la commune de LAHLEF –	1
Figure I.2 : Carte de Situation des localités (SLIM + DAAMCHIA+ KARIA+MAAMRIA)	2
Figure I.3 : Carte géologique d'Algérie	3
Figure I.4 : Carte sismique d'Algérie	4
Figure I.5 : Variation des températures moyenne mensuelle	5
Figure I.6 : Variation des valeurs de vent moyenne mensuelle	6
Figure I.7 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle	7
Figure I.8 : variation de l'ensoleillement moyen mensuel	8
Figure I.9 : Variation de la pluie moyenne mensuelle	9
Figure I.10 Carte des dotations hydriques de la wilaya de Relizane	10

### CHAPITRE II : Etude hydrologique

Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel	18
Figure II-2 : Ajustement graphique à la loi Log-normale	19
Figure II-3 : Courbes IDF de la zone du projet	23

### CHAPITRE III : Calcul de base

Figure III-1 : schéma représentatif des branchements dans le système unitaire	27
Figure III-2 : schéma représentatif des branchements dans le système séparatif	28
Figure III-3 : schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif	30
Figure III-4 : Schéma perpendiculaire	32
Figure III-5 : Schéma par déplacement latéral	32
Figure III-6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique	33
Figure III-7 : Schéma par zones étagées	33
Figure III-8 : Schéma radial	34

## CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau

Figure VI-1 : Joints sur tuyaux en amiante ciment	69
Figure VI-2 : Joints sur tuyau en grès	70
Figure VI-3 : Joints sur tuyaux en béton	72
Figure VI-4 : Pose de canalisation sur un terrain ordinaire	74
Figure VI-5 : Pose de canalisation sur un mauvais terrain	74
Figure VI-6 : Exemple d'un branchement simple	76
Figure VI-7 : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation	77
Figure VI-8 : Exemple d'un regard simple	77
Figure VI.9: Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus	79
Figure VI.10: Déversoir frontal	80
Figure VI.11: Déversoir à seuil double	81

## CHAPITRE VII : Organisation du chantier

Figure VII-1 : Pose du lit de sable	86
-------------------------------------	----

## **Liste des planches**

**Planche n°1/4** : Plan de masse avec levé topographique des localités  
(SLIM +DAAMCHIA+KARIA+MAAMRIA) (W. RELIZANE)

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

**Planche n°3/4** : Profil en long des collecteurs

**Planche n°4/4** : Les ouvrages annexes

## **Introduction générale**

L'assainissement est une science qui consiste à collecter et évacuer par voie hydraulique les eaux usées et pluviales à travers un réseau bien dimensionné, assurant le rejet dans un exutoire, dans le but de protéger la santé humaine, conserve la faune et la flore et enfin préserver l'environnement.

Prenons comme exemple les localités (SLIM, DAAMCHIA, KARIA, MAAMRIA) dans la wilaya RELIZANE ,le localité de DAAMCHIA et le localité de KARIA ont bénéficiant d'un raccordement de réseau d'eaux usées qui rejettent sur chaaba MAAMRIA , le localité de SLIM et MAARIA ne sont pas raccordés, ils rejettent vers le milieu Naturel, ces installations peuvent constituer un risque pour la sante ou l'environnement ,c'est pourquoi elles doivent être raccordées au réseau public des eaux usées vers une STEP.

Ce présent projet illustre une des solutions possibles pour gérer les eaux usées de cette agglomération et cela par la pose des collecteur principales et secondaire qui transporteront les rejets jusqu'à une station d'épuration futur projetée dans la zone d'étude.

Dans notre travail, nous avons procédé en commençant par la présentation de la zone d'étude du point de vue (topographie, hydrologie ...) en premier lieu. En deuxième lieu, le calcul des différents débits à évacuer et le dimensionnement du réseau unitaire .et en dernier lieu, le trace du plan d'évacuation.



# **CHAPITRE I :**

## **Présentation de la zone d'étude**

## Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

### Introduction

L'étude du site constitue une importance primordiale et prépondérante dans l'élaboration de n'importe quel projet hydraulique. Dans un projet d'assainissement, les caractéristiques de la zone sont à prendre en considération parce qu'elles représentent un facteur déterminant et décisif dans le choix de la variante à élaborer (relief, climat, structure de l'agglomération...). C'est pour cela que pour la bonne exécution des travaux et le bon fonctionnement du système d'évacuation une opération de recherche et de collecte des données dans différents exécutifs et administrations devance les autres phases du travail à élaborer.

### I.1 Situation géographique

La commune de LAHLEF se situe au nord-est de la wilaya de RELIZANE, elle appartient à la daïra d'OUED RHIU.

Les localités (SLIM + DAAMCHIA + KARIA + MAAMRIA) se trouvent à la périphérie du chef-lieu de la commune de LAHLEF.

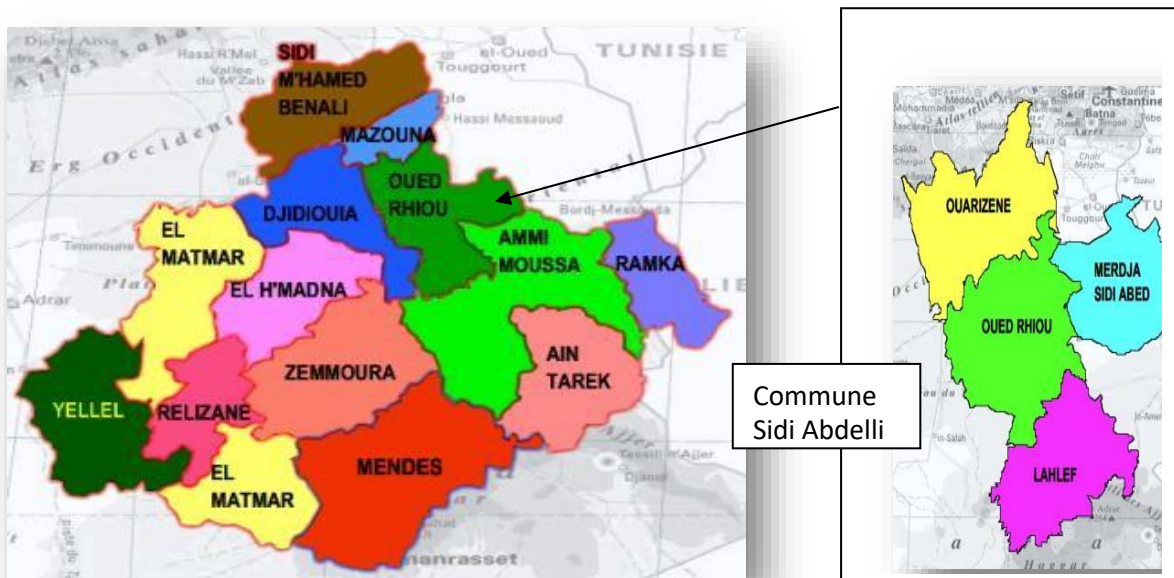


Figure I.1 : Carte de situation géographique de la commune de LAHLEF –Daïra d'OUED RHIU-

La Commune de LAHLEF se situe au Nord-est de la wilaya de RELIZANE, elle est limitée au

- Nord par la commune d'OUED RHIOU .
- Est par la commune d'OUELDJA.
- Ouest par commune de DJDIOUIA .
- Sud par la commune d'OULED AICH et AMMI MOUSSA.



**Figure I.2 :** Carte de Situation des localités (SLIM + DAAMCHIA+ KARIA+MAAMRIA)

## I. 2 Données naturelles du site

### I.2.1 Aperçu géologique

L'histoire géologique des bassins sédimentaires algériens s'inscrit dans le processus de géodynamique globale de la tectonique des plaques qui a structuré l'Algérie en deux domaines:

- Au nord, l'Algérie alpine.
- Au sud, la Plate-forme saharienne.

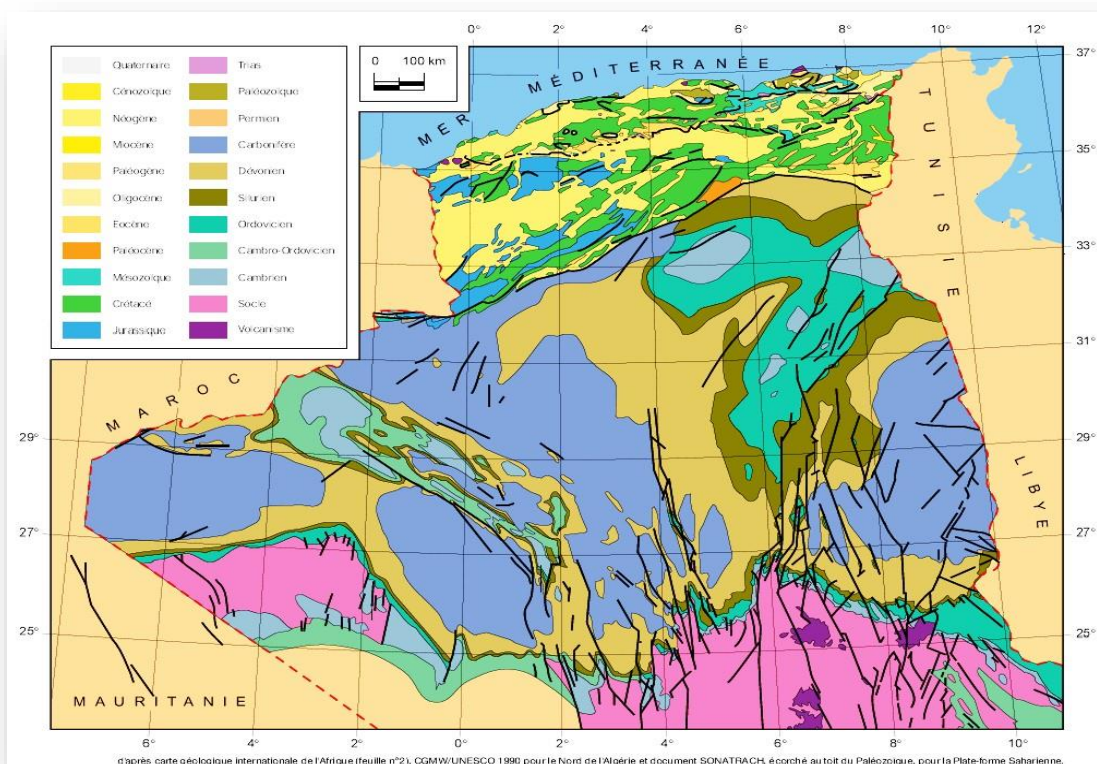
Le domaine septentrional est constitué de reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins. L'Algérie alpine est composée des ensembles structuro-sédimentaires

suivants, du nord au sud:

Le plateau continental algérien réduit, à dépôts tertiaires et quaternaires (1000 à 3500 m), repose sur un socle métamorphique.

L'Atlas tellien est le domaine des nappes, avec des bassins de type intra montagneux (ex. bassin du Chéelif), dont la série sédimentaire s'étend du Jurassique au Miocène. Plusieurs gisements d'intérêt variable y sont connus: Ain Zeft, Tliouanet, Oued Guettirini.

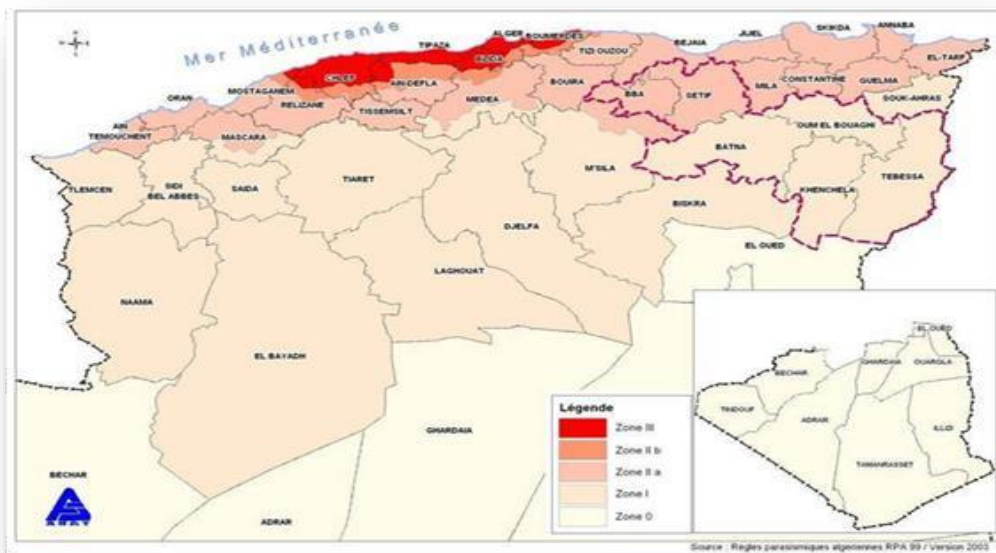
La géologie du sol joue un rôle très important du point de vue économie et stabilité car, elle détermine le mode de réalisation des tranchées et les engins à mettre en place sur chantier. Le périmètre urbain et des parties centrales des bassins versants du secteur d'étude se caractérisent par des formations argileuses sur une assise de marne. L'ensemble du secteur urbain se trouve dans une dépression inondable de très faible pente, où se déposent les sédiments, produits de l'érosion hydrique.



**Figure I.3 :** Carte géologique d'Algérie

### I.2.2 Aperçu géotechnique

La wilaya de Relizane se trouve dans la zone sismique (Zone II b oued rhiou Nord) et (Zone II a Relizane centre et Sud). La zone de **LAHLEF** est caractérisée par une sismicité moyenne.



**Figure I.4 :** Carte sismique d'Algérie.

### I.2.3 Situation climatique

Le climat de cette région est de type semi-aride il se caractérise par un hiver doux et un été chaud et sec L'indice d'aridité (IA) de Martonne indique un climat semi-aride ( $10 < I < 20$ ) alors que le quotient pluviométrique de Moral correspond à un climat sec ( $IA < 1$ ).

#### I.2.3.1 Température

Les températures sont liées généralement aux saisons, Nous illustrons dans le tableau ci-dessous les données relatives aux températures enregistrées à la station de Relizane.

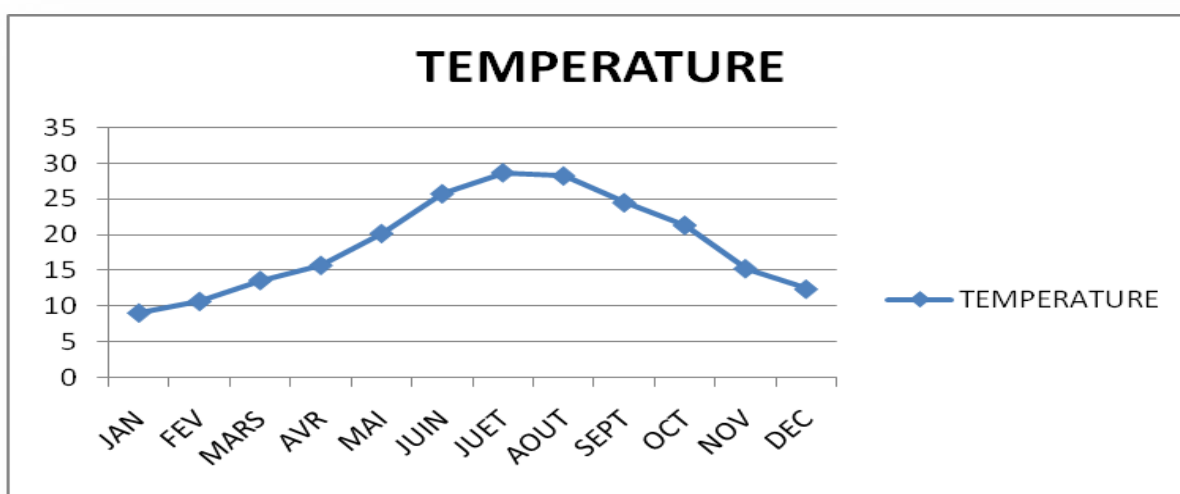
**Tableau I.1** : Répartition Moyenne mensuelle des températures de l'air en °C : 2001-2009

MOIS	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUN	JUIL	Aout	SEPT	OCT	NOV	DEC
T(C °)	9.077	10.7	13.622	15.744	20.2	25.7	28.7	28.25	24.51	21.344	15.277	12.411

Source : ONM

Les valeurs moyennes mensuelles minimale et maximale correspondant aux mois de janvier (9,07°C) et d'août (28,25 °C).

La température moyenne annuelle est de 18,8 °C.

**Figure I.5** : Variation des températures moyenne mensuelle

### I.2.3.2/ Vent

La force du vent est estimée d'après une échelle dite <<Echelle télégraphique>> comme suit:

**Tableau I.2** : Echelle télégraphique

0	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9
Calme	Vent faible	Vent modéré	Vent assez fort	Vent fort	Vent violent, ouragan

Source : ONM

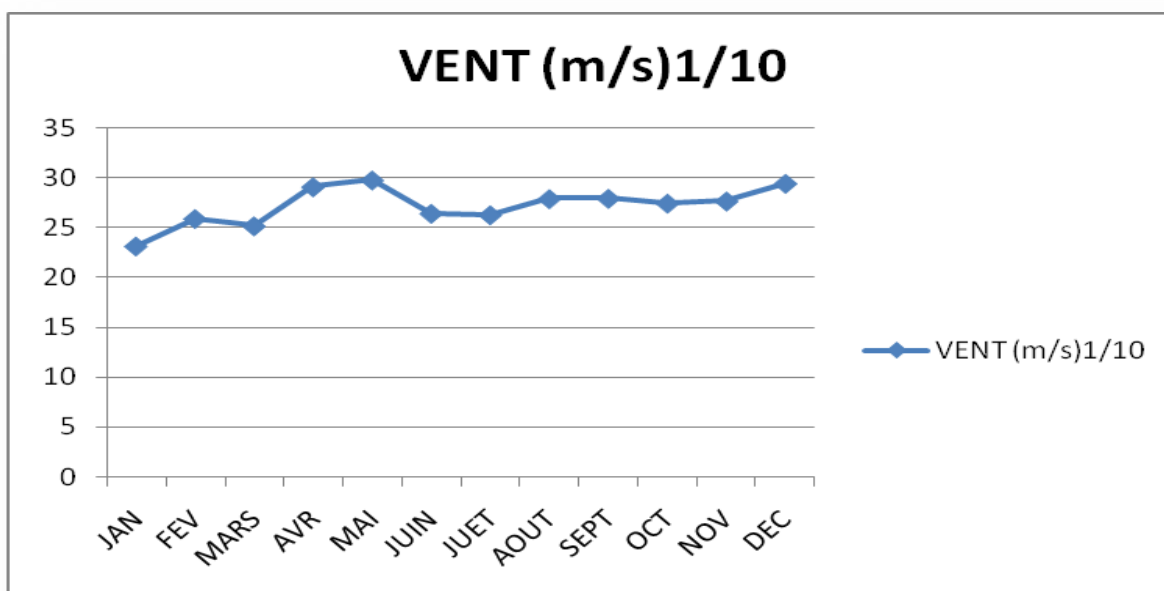


Le tableau ci-après montre les variations des vitesses moyennes mensuelles du vent.

**Tableau I.3** : Moyenne mensuelle et annuelle des vitesses du vent– Période - 2001 2009-

MOIS	JAN	FEV	MARS	AVR	MAIS	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
<b>VENT (m/s)1/10</b>	23.15	25.91	25.17	29.17	29.71	26.46	26.21	27.96	27.4	27.6	27.8	29.5

Source : ONM



**Figure I.6** : Variation des valeurs de vent moyenne mensuelle

### I.2.3.3/Evaporation

L'évapotranspiration potentielle est le principal facteur limitant les ressources en eaux exploitables dans un bassin versant.

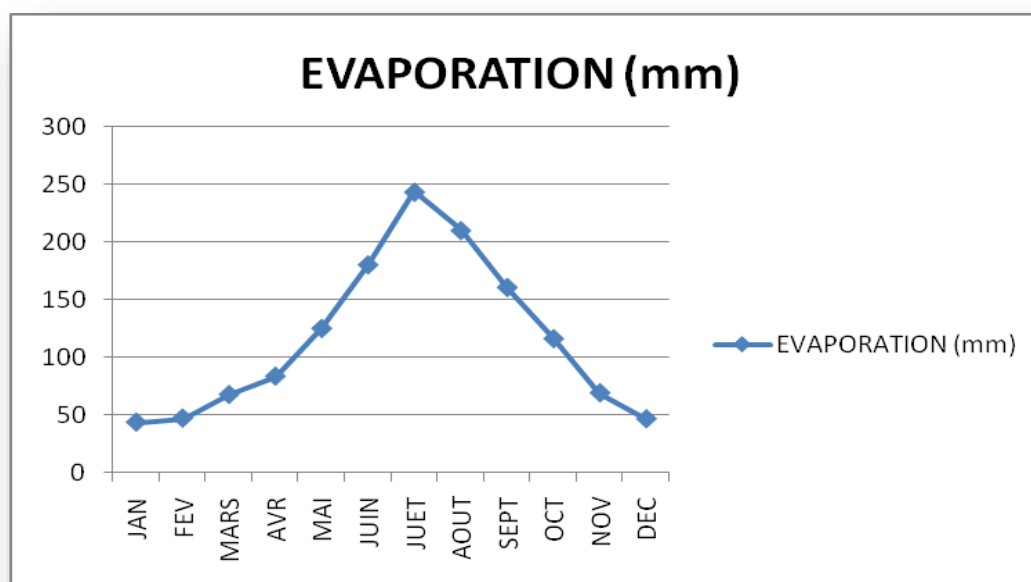
Elle représente les pertes totales en eau du sol par évaporation directe et par transpiration biologique lorsque les réserves en eau du sol sont suffisantes et disponibles en permanence.

**Tableau I.4 :** les évaporations mensuelles et annuelles moyenne : Période 2001 – 2009

MOIS	JAN	FEV	MRS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
EVAPORATIN (mm)	43.36	46.84	67.46	83.3	124.9	180.3	243.6	210.1	160.6	116	68.3	46.31

Source : ONM

Elle atteint son **maximum** au mois de juillet avec une valeur de 243.62 mm et un **minimum** au mois de janvier avec une valeur de 43,36 mm.

**Figure I.7 :** Variation de l'évaporation moyenne mensuelle

#### I.2.3.4/ Ensoleillement

Le tableau ci-dessous présente les Moyennes mensuelles d'ensoleillement

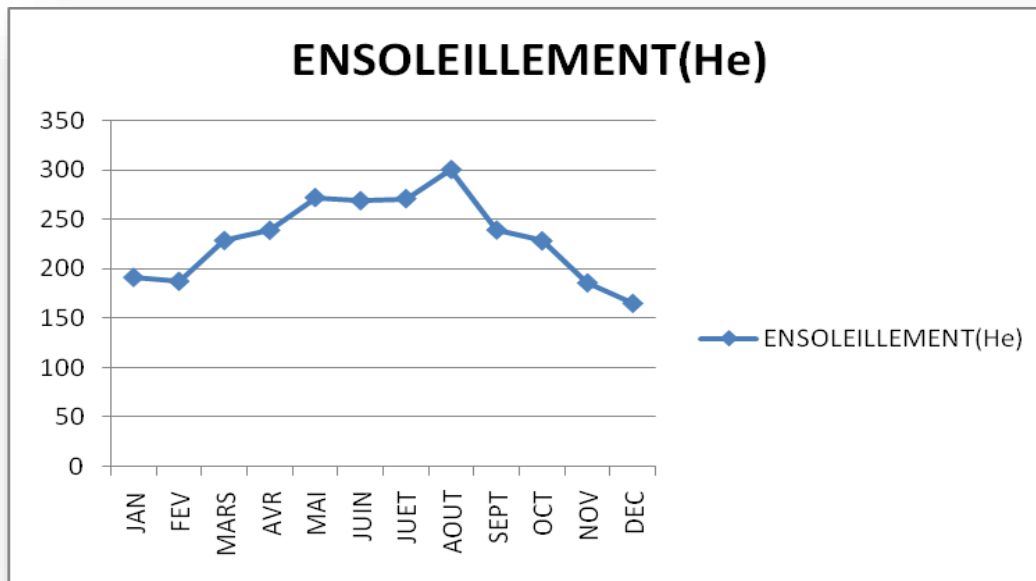
**Tableau I.5:** Les Moyennes mensuelles d'ensoleillement : Période 2001-2009

MOIS	JAN	FEV	MRS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
ENSOLEILLEMENT(He)	191.2	187.1	228.6	239	272.2	269	271.1	300.6	239.2	228.2	185.5	164.77

Source : ONM



La valeur moyenne mensuelle **maximale** de l'ensoleillement a été enregistrée au mois d'Aout, elle est de l'ordre de 300.6 Heures ; tandis que La valeur moyenne mensuelle **minimale** de l'ensoleillement a été enregistrée au mois de décembre, elle est de l'ordre de 164.77 Heures. La valeur moyenne elle est de l'ordre de **231.3725 (heures)**.



**Figure I.8** : variation de l'ensoleillement moyen mensuel

### I.2.3.5/ Précipitations

Le tableau ci-dessous présente les données des précipitations moyenne mensuelles en millimètres.

**Tableau I.6** : Précipitation moyenne mensuelle Période 2001 – 2009

MOIS	JAN	FEV	Mars	AR	MAIS	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
PLUIE (mm)	37.2	34.9	21.7	34	30.56	2.8	1.01	3.57	14.33	25.44	45.55	42.66

Source : ONM

L'analyse des données pluviométriques montre que la hauteur maximale des précipitations est enregistrée au mois de novembre (45.5 mm), tandis que le minimum est atteint au mois de juillet (1mm).

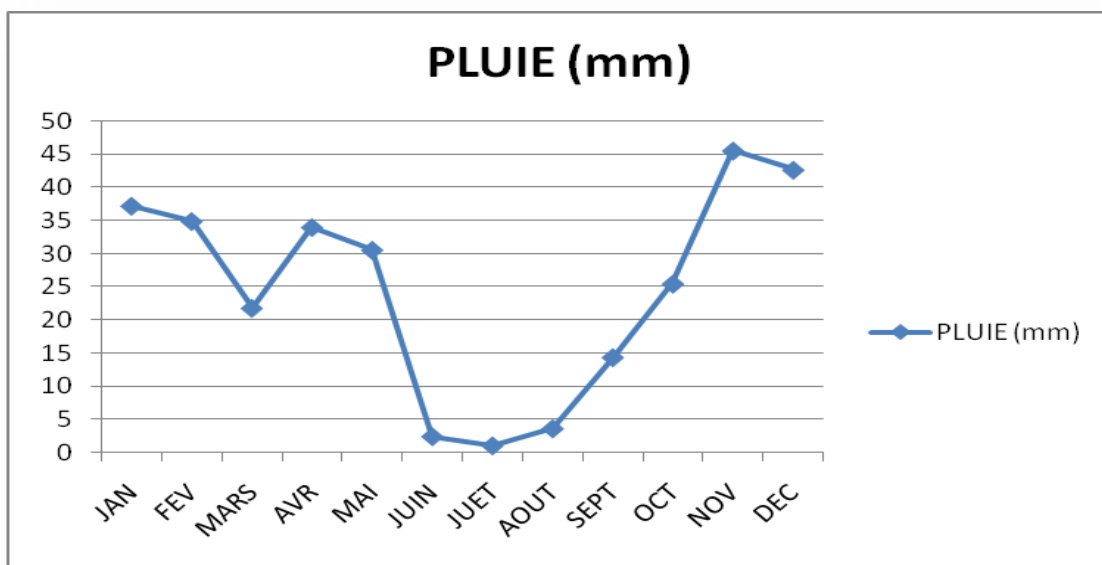


Figure I.9 : Variation de la pluie moyenne mensuelle

### I.3 Données démographiques

La commune de Lahlef compte 10264habitants (statistiques 2008) dont 5148 de sexe masculinavec un taux de croissance démographique de 1.5 %.

Tableau I.7 : Prévisions démographique du plan national de l'eau de la commune de LAHLEF:

POPULATION TOTALE				
2010	2015	2020	2025	2030
10 820	12 104	13 267	14 425	15 487
POPULATION AGGLOMEREES				
2010	2015	2020	2025	2030
9 098	10 294	11 365	12 426	13 386
POPULATION EPARSE				
2010	2015	2020	2025	2030
1 722	1 810	1 902	1 999	2 101

Source : Plan National de l'Eau (P.N.E) code : eauptaid/126155/ser/dz

## I.4 Encombrement du sous-sol

Le sous-sol de la zone d'étude dispose de plusieurs réseaux divers (gaz électricité, alimentation en eau potable, assainissement)

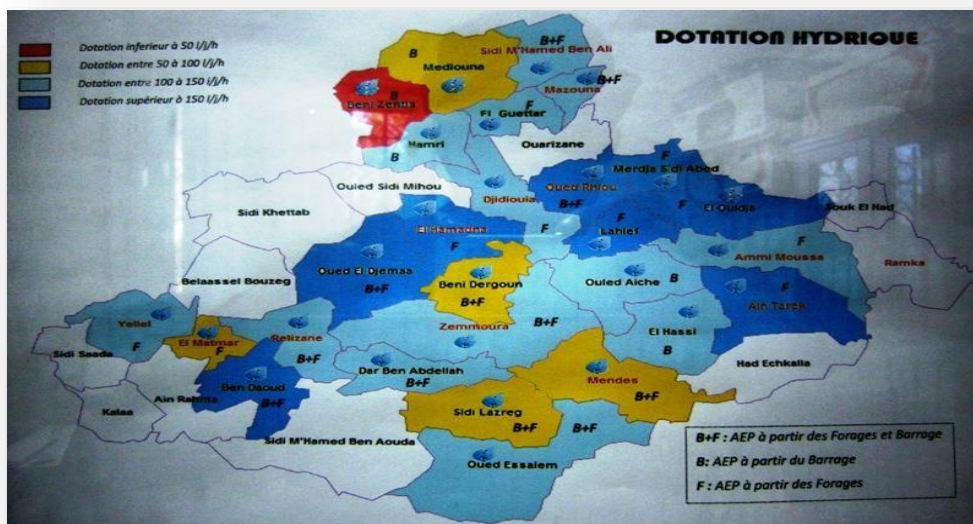
## I.5 Situation hydraulique

### I.5.1 Alimentation en eau potable

La commune de Lahlef est alimentée actuellement par :

- ✓ Le forage Chebira n°02 et la bache à eau Chebira de débit de 20l/s à l'aide d'un transfert en fonte DN200mm vers les réservoirs 2x500m<sup>3</sup>.
- ✓ Le forage ammi moussa de débit de 20l/s à l'aide d'un transfert en fonte DN200mm vers les réservoirs 2x500m<sup>3</sup>.
- ✓ La station de pompage SP03 à travers un transfert en fonte DN200mm vers les réservoirs 2x500m<sup>3</sup> est à l'arrêt technique.

Les ouvrages de reprise sont les suivants : réservoir khettatfa 50m<sup>3</sup> + réservoir SLIM 50m<sup>3</sup>  
La dotation est de 150 l/hab./jour, Le taux de raccordement du réseau est de 90% et le taux de perte est de 5% sur le réseau d'alimentation en eau potable actuel



Source ADE -Relizane

Figure I.10 Carte des dotations hydriques de la wilaya de Relizane

### **I.5 .2 Assainissement**

C'est un assainissement des eaux usées qui ne sont pas raccordées au réseau public des eaux usées, appelé familièrement le tout-à-l'égout, car il est adapté aux habitations isolées, ou bien rejeté directement vers le milieu naturel (oued et chaaba, en suite vers le barrage Gargar). Défectueuses ; ces installations peuvent constituer un risque pour la santé ou l'environnement. C'est pourquoi elles doivent être raccordées au réseau public des eaux usées.

Le douar de DAAMCHIA et le douar de KARIA ont bénéficié d'un raccordement de réseau d'eaux usées nouveau en PVC qui rejettent directement sur chaaba maamria.

Le douar de SLIM et MAAMRIA ne sont pas raccordés. Ils rejettent directement vers le milieu naturel.

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons parlé sur les points essentiels de la zone d'étude pour entamer notre étude du projet.

Ces données concernent notre agglomération du point de vue topographie, géologie, climatologie, démographie ainsi que la situation hydraulique.

# **CHAPITRE II :**

## **Etude hydrologique**

---

## Chapitre 2: Etude hydrologique

### Introduction

L'analyse hydrologique permet d'apprécier le régime hydrologique auquel est soumis un site d'étude et de calculer les débits d'eaux pluviales.

Dans le domaine de l'assainissement, le but principal de l'étude hydrologique est de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après l'étude des averses. Lorsqu'on décide la mise en œuvre d'un projet d'assainissement (dimensionnement, exploitation et fonctionnement des ouvrages annexes) l'évaluation des débits est une étape très importante et elle doit passer par une étude hydrologique précise.

Le présent chapitre a pour objectifs de définir les paramètres hydrologiques nécessaires à l'étude du réseau d'assainissement :

- Les paramètres physiographiques du bassin.
- Les précipitations
- Les infiltrations
- Les averses et les caractéristiques des crues

### II .1 Les averses

Ce sont des pluies subites et abondantes, généralement de courte durée ; dont cette dernière peut varier d'une minute à plusieurs heures.

Les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité par unité de temps, exigeant ainsi, un système de drainage efficace.

### II. 2 Choix de la période de retour

La période de retour est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale.

Le choix d'une période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût du réseau d'égout, l'entretien et la protection de ce dernier contre les risques auxquels il est exposé et ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance.

### II.3 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

En hydrologie urbaine, l'ingénieur hydrologue est appelé à avoir des données spécifiques au projet étudié, mais dans certaines conditions il est rare de recourir des données spécifiques. C'est la raison pour laquelle on est contraint à réunir une information de base, la plus complète possible, pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en identifiant leurs paramètres.

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

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

$I_m$  : Intensité moyenne maximales en mm/h.

$h$  : hauteur de pluie tombée pendant la durée  $t$ .

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

### II.4 La série des données pluviométriques :

L'analyse des pluies est basée sur les relevés pluviométriques effectués dans un certain nombre de stations sur une surface topographique considérée. Elle est basée sur l'hypothèse que la pluie tombée à une station est représentative de celle tombée tout autour de cette station sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre.

La station pluviométrique de **MERDJA KH. PV** est prise comme station de référence, ses caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau II .1:** Identification de la station pluviométrique de MERDJA KH. PV:

Nom	Code	Coordonnées		Période d'observation
<b>MERDJA KH. PV</b>	012403	X (km)	352.6	1981-2011  (30 ans)
		Y (km)	305	
		Z (m)	87	

Source : ANRH Alger (2021)

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations mensuelles 30 années.

Les données de la série sont présentées dans le tableau suivant (Tableau. II .2 )

**Tableau II .2 : La série pluviométrique (MERDJA KH. PV) 1981-2011**

Année	Précipitations maximales journalières (mm)												Max.
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	
81-82	4	0	104	35	/	23	29.5	25.4	10	19.2	/	0	<b>104</b>
82-83	/	7	12.1	17.1	50	10.6	43	4.4	88.4	7	0	0	<b>88.4</b>
83-84	0	0	15.5	28.8	2.5	8	10	7	57	0	0	2	<b>57</b>
84-85	/	/	/	/	5.5	44.5	2.2	11.9	1.2	6.4	0	1	<b>44.4</b>
85-86	17.3	34.9	7.2	10.5	6.5	13.5	6.4	40	0	11.7	0	/	<b>40</b>
86-87	1.9	14.2	24	0.7	1.9	16.7	12.3	12.6	10.5	0	0	1.7	<b>24</b>
87-88	1.7	7.9	14.9	17.7	16.5	47.4	1.2	8	7.4	11.1	6.4	8.3	<b>47.4</b>
88-89	0	50.6	5.5	32.1	19.7	30.1	15.9	13.6	0.7	2.2	0	0	<b>50.6</b>
89-90	18	21.3	7	13.8	7	8.4	7.2	6.8	14.6	0	0	0	<b>21.3</b>
90-91	/	5.2	2.2	20.6	8.5	12.6	11.8	12.2	6.5	2.1	0	0	<b>20.6</b>
91-92	1.8	14.8	27	12.2	0	9.1	4.9	1.4	5.1	0	0	8	<b>27</b>
92-93	0	0.6	25.6	8.8	7,3	3.2	5	3.5	8.7	4.2	0	0	<b>25.6</b>
93-94	8.2	7.5	12.4	7.8	9	7.1	8	7	0	0	0	0	<b>12.4</b>
94-95	2.1	0	16	10.2	13.5	19.6	13.5	12.5	0	4.5	0	0	<b>19.6</b>
95-96	23.4	16.1	7	25.2	17	10.5	0	0	8	0	9	0	<b>25.2</b>
96-97	13.1	9.2	8.2	8	19.8	2.8	6.1	8.1	16.1	8.1	0	0	<b>19.8</b>
97-98	0	9.2	33.5	2.5	13,5	5.4	7.5	4,6	6.2	6.3	4.2	0.2	<b>33.5</b>
98-99	38.2	13.9	44.1	60.1	0	0	9.1	10.2	10.2	0	0	0	<b>60.1</b>
99-00	46.6	87.6	56.8	34.1	58.4	29.8	2,3	22.4	5.3	0	0	0	<b>87.6</b>
00-01	7.7	4.7	141.6	29.7	7.4	1.9	42.4	36	36.2	0	0	5.2	<b>141.6</b>
01-02	0	12.2	42	6.6	73.1	32.7	3.9	68	19.2	0	0	0	<b>73.1</b>
02-03	38.2	30.2	30.5	44.2	22.4	48.1	12.1	0	71.2	5.6	0	0	<b>71.2</b>
03-04	1.1	60.6	44.7	87.2	12.4	37.2	15.2	4,2	0.6	0	0	0	<b>87.2</b>
04-05	17.4	21.1	91.2	10.8	51.2	88.1	9.2	13.1	41.2	3.2	0	0	<b>91.2</b>
05-06	3.1	0	0	31.1	33.4	34.1	54.2	50.8	12.7	0	0	0	<b>54.2</b>
06-07	0	35.2	31.7	2.2	23.6	23.7	22.4	19.7	59.6	4.4	2.1	0	<b>59.6</b>
07-08	18.2	23.1	83.7	101.8	62.2	17.2	47.7	9.9	4.8	0	0	0.2	<b>101.8</b>
08-09	21.2	1.2	13.1	25.1	22.1	15.5	24.9	14.2	5,4	4.6	0	33.8	<b>33.8</b>
09-10	6.4	15.4	10.2	10.3	17.1	26.1	8.8	22.7	14.2	12.3	0	0.6	<b>32,1</b>
10-11	6	3.9	27.2	6.9	12.3	22.2	11.9	21.4	4.1	0	0	0	<b>27.2</b>

Source : ANRH Alger (2021)



## II.5 Etude des précipitations maximales journalières :

Le calcul des valeurs extrêmes ou quantiles nécessite un ajustement statistique à une loi de probabilité. Donc, il faut effectuer un ajustement adéquat à une loi théorique de la série des pluies maximales journalières afin de déterminer les intensités de pluie les plus extrêmes et d'estimer le débit de crue. Les principales étapes de l'étude sont les suivantes :

- Classer la série des  $P_{\max, j}$  par ordre croissant.
- Calculer la fréquence expérimentale  $F(x)$  (au non dépassement).
- Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- Ajuster la série graphiquement.
- Déterminer les quantiles et leurs intervalles de confiance.
- Calculer les averses et les intensités de courte durée.

### A. Caractéristiques empiriques de la série :

#### ❖ La moyenne « $\bar{P}_{\max, j}$ » :

Avec  $N = 30$  la moyenne interannuelle des précipitations maximales journalière :

$$\bar{P}_{\max, j} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\max, j}}{N} = 52.72 \text{ mm} \quad (\text{II.2})$$

#### ❖ L'écart-type « $\sigma_{P_{\max, j}}$ » :

Pour  $N = 30$  supérieur à 30 ans, on a :

$$\sigma_{P_{\max, j}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{\max, j} - \bar{P}_{\max, j})^2}{N}} = 31.5 \text{ mm} \quad (\text{II.3})$$

#### ❖ Le coefficient de variation « $C_V$ » :

$$C_V = \frac{\sigma_{P_{\max, j}}}{\bar{P}_{\max, j}} = 0.598 \quad (\text{II.4})$$

**Tableau II.3** : Les caractéristiques de la série pluviométriques

Nombres d'années d'observation	<b>30</b>
Valeur maximale (mm)	<b>141.6</b>
Valeur Minimale (mm)	<b>12.4</b>
Médiane (mm)	<b>44.4</b>
Moyenne (mm)	<b>52.72</b>
Ecart-type (mm)	<b>31.5</b>
Coefficient de variation	<b>0.598</b>

## II.6 Choix de l'ajustement :

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

### II.6.1 Vérification de l'homogénéité de la série :

La vérification de l'homogénéité de la série est indispensable avant de passer à l'ajustement.

#### ➤ Test de la médiane :

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande, on calcule La médiane :

Puisque la série est impaire, la médiane est observée à la valeur centrale donc la Médiane (X50%) =44.4 mm

Ts : Taille de la plus grande série en (+) ou (-).

Ns : Nombre des valeurs supérieures ou inférieures à la médiane.

$$Ns = 15$$

$$Ts = 10$$

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

$$Ns > \frac{1}{2}(N+1-1.96\sqrt{N+1}) = 10.05$$

$$Ts < 3.3(\log_{10}(N) + 1) = 8.17$$

Les deux conditions sont vérifiées donc la série est homogène.

### II. 6.2 Ajustement de la série

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

- Loi de GUMBEL
- Loi de GALTON

### II. 6.2.1 Ajustement à la loi de Gumbel :

- ❖ La fonction de répartition de la loi de Gumbel :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.5})$$

Sachant que « y » est la variable réduite de la loi de Gumbel :

$$y = \frac{x - x_0}{\alpha} = -\ln[-\ln(F(x))] \quad (\text{II.6})$$

Avec :

- x : variable étudiée ( $P_{\max,j}$ ) ;  $x_0$  : paramètre de position (ordonnée à l'origine).
- $\alpha$  : paramètre de l'échelle ( $\alpha > 0$ ) appelé aussi « gradex ».

- ❖ L'expression de quantile est alors :

$$x = \alpha y + x_0 \quad (\text{II.7})$$

- ❖ Les paramètres de la loi de Gumbel, par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\alpha = \mathbf{25.01} \quad ; \quad x_0 = \mathbf{38.27} \text{ mm}$$

- ❖ Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel :

**Tableau II-4** : Résultat de l'ajustement à la loi de Gumbel (Hyfran)

Période de retour <b>T</b> (ans)	Fréquence au non dépassement <b>q</b>	Valeur théorique <b>X<sub>T</sub> (mm)</b>	Ecart-type	Intervalle de confiance
50	0.98	136	19.7	97.2-175
20	0.95	113	15.4	82.3 – 143
10	0.90	94.6	12.2	70.6– 119
5	0.80	75.8	9.05	58– 93.5
2	0.50	47.4	5.38	36.9– 58

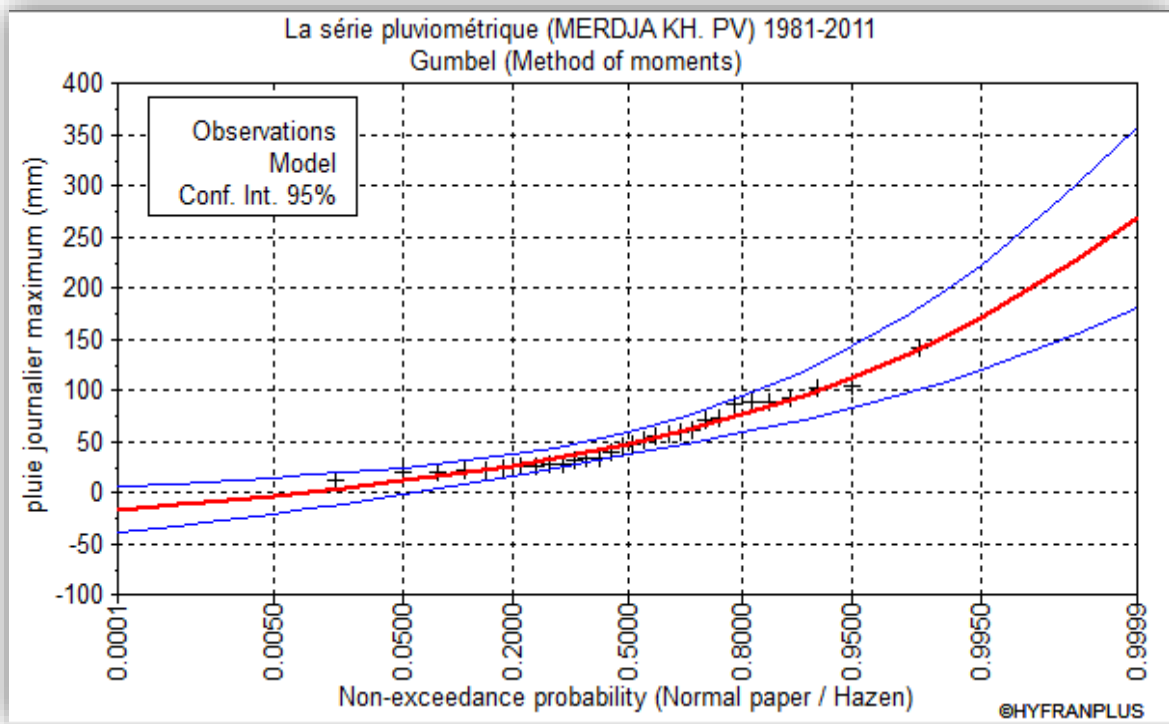


Figure II-1 : Ajustement graphique à la loi de Gumbel

### II. 6.2.2 Ajustement à la loi de Galton (Log-normale) :

❖ La fonction de répartition de la loi Log-normale :

$$F(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{\ln(x) - \ln(\bar{x})}{\sigma}} e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{II.8})$$

Sachant que « u » est la variable centrée réduite de Gauss :

$$u = \frac{\ln(x) - \ln(\bar{x})}{\sigma_{\ln(x)}} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

- x : variable étudiée ( $P_{\max,j}$ ).
- $\overline{\ln(x)}$  : la moyenne des logarithmes de la variable x
- $\sigma_{\ln(x)}$  : l'écart-type des logarithmes de la variable x.

- ❖ L'expression de quantile est alors :

$$\overline{\ln(x)} = u \sigma_{\ln(x)} + \ln(\bar{x}) \quad (\text{II.10})$$

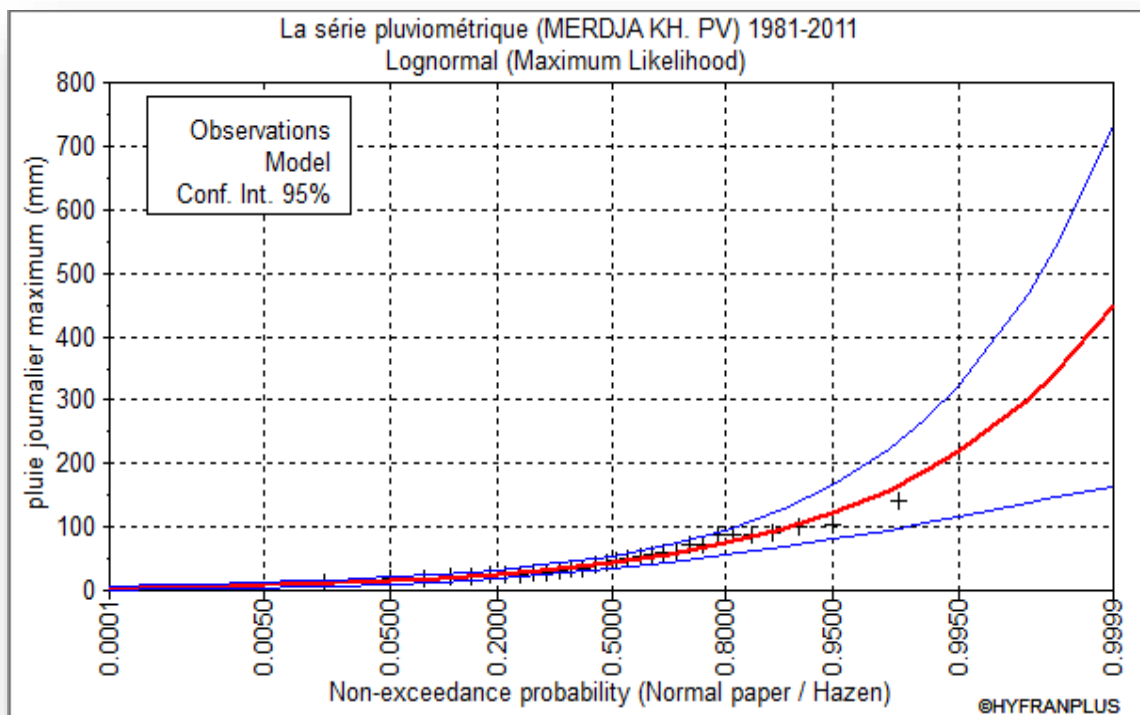
- ❖ Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\sigma_{\ln(x)} = \mathbf{0.62} \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = \mathbf{3.78}$$

- ❖ Résultats de l'ajustement à la loi de Galton :

**Tableau II-5** : Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (Hyfran)

Période de retour <b>T (ans)</b>	Fréquence au non dépassement <b>q</b>	Valeur théorique <b>X<sub>T</sub> (mm)</b>	Ecart-type	Intervalle de confiance
50	0.98	158	32.2	95.3-221
20	0.95	123	21.6	80.2 – 165
10	0.90	97.8	15.1	68.1 – 127
5	0.80	74.3	9.89	54.9 – 93.7
2	0.50	44.0	5.01	34.2 – 53.8



**Figure II-2** : Ajustement graphique à la loi Log-normale

### II. 6.3 Choix de la 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'il s'agit d'un bon alignement sans existence de mauvaises courbures.

#### Interprétation des graphiques :

- L'ajustement graphique de **Galton** est meilleur ; les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence.

#### B -Test d'adéquation de Khi-deux « $\chi^2$ » :

Appelé aussi test de Khi-carré ou de Pearson. Ce test consiste à prendre une règle de décision concernant l'ajustement, en comparant entre les valeur calculées et théoriques de  $\chi^2$ . Il est donné pour un seuil de signification (risque)  $\alpha = 5\%$  et dépend du nombre de degré de liberté de la loi.

D'après le logiciel « Hyfran », les résultats du test sont donnés par le (Tableau II-6) comme suit :

**Tableau II-6** : Résultat du test de Pearson  $\chi^2$ 

Loi d'ajustement	Nombre de paramètres $m$	Degré de liberté $y$	$\chi^2$ calculé	$\chi^2$ théorique	Observation
<b>Gumbel</b>	3	4	4.53	9.49	$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ → Condition vérifiée
<b>Galton</b>	2	4	4.07	9.49	$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ → Condition vérifiée

**Interprétation des résultats du test :**

D'après le test khi-carré, on voit nettement que l'ajustement des pluies maximales est meilleur avec la loi Log-normale, on retient donc cette loi pour l'extrapolation des pluies à différentes périodes de retour.

**C -Sélection de la loi :**

Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les deux lois est confirmée, et que les valeurs théoriques  $X_t$  sont très proches pour les deux.

Cependant, comme de nombreuses études en hydrologie ont montré que la loi de **Galton** est la loi la plus appropriée dans le nord de l'Algérie, donc nous avons choisi la loi de **Galton**

**II.7 Calcul des pluies et des intensités de courte durée :**

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

**II.7 .1 Pluies de courte durée :**

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

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j} \left( \frac{t}{24} \right)^b \quad (\text{II.11})$$

Avec :

- $P_{t,p\%}$  : pluie (mm) de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).
- $P_{\max,j}$  : pluie maximale journalière (mm) correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).
- $t$  : durée de l'averse (h)
- $b$  : exposant climatique ; selon l'ANRH Alger,  $b = 0.36$  pour notre région d'étude
- 

### II.7 .2 Intensités de courte durée :

Pour le calcul de l'intensité moyenne «  $i_{t,p\%}$  » de précipitation «  $P_{t,p\%}$  (mm) » de courte durée «  $t$  (h) » à une fréquence de dépassement donnée «  $p\%$  », nous utilisons la formule de Montana :

$$i_{t,p\%} = \frac{r_{t,p\%}}{t} \quad (\text{mm/h}) \quad (\text{II.12})$$

→ Les calculs sont résumés dans le tableau et les graphes suivants :

**Tableau II-7 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités**

T	2 ans		5ans		10 ans		20 ans		50 ans	
$X_t$	44 mm		<b>74.3mm</b>		97.8mm		123 mm		158mm	
t (h)	$P_t$ (mm)	$i_t$ (mm/h)	$P_t$ (mm)	$i_t$ (mm/h)	$P_t$ (mm)	$i_t$ (mm/h)	$P_t$ (mm)	$i_t$ (mm/h)	$P_t$ (mm)	$i_t$ (mm/h)
0.1	6.11	61.1	10.33	103.3	13.59	135.9	17.10	171	21.96	219.6
0.2	7.85	39.25	13.25	66.25	17.45	87.25	21.94	109.7	28.19	140.95
<b>0.25</b>	8.50	34	14.36	57.44	18.91	<b>75.64</b>	23.78	95.12	30.55	122.2
0.5	10.91	21.82	18.43	36.86	24.27	48.54	30.52	61.04	39.21	78.42
0.75	12.63	16.84	21.33	28.44	28.08	37.44	35.32	47.09	45.37	60.49
1	14.01	14.01	23.66	23.66	31.15	31.15	39.17	39.17	50.32	50.32
2	17.98	8.99	30.37	15.18	39.97	19.98	50.28	25.14	64.58	32.29
3	20.81	6.93	35.14	11.71	46.26	15.42	58.18	19.39	74.73	24.91
4	23.08	5.77	38.98	9.74	51.31	12.82	64.53	16.13	82.89	20.72



6	26.4	4.4	44.58	7.43	58.68	9.78	73.8	12.3	94.8	15.8
12	33.88	2.82	57.21	4.76	75.30	6.27	94.71	7.89	121.66	10.13
24	44	1.83	74.3	3.09	97.8	4.07	123	5.12	158	6.58

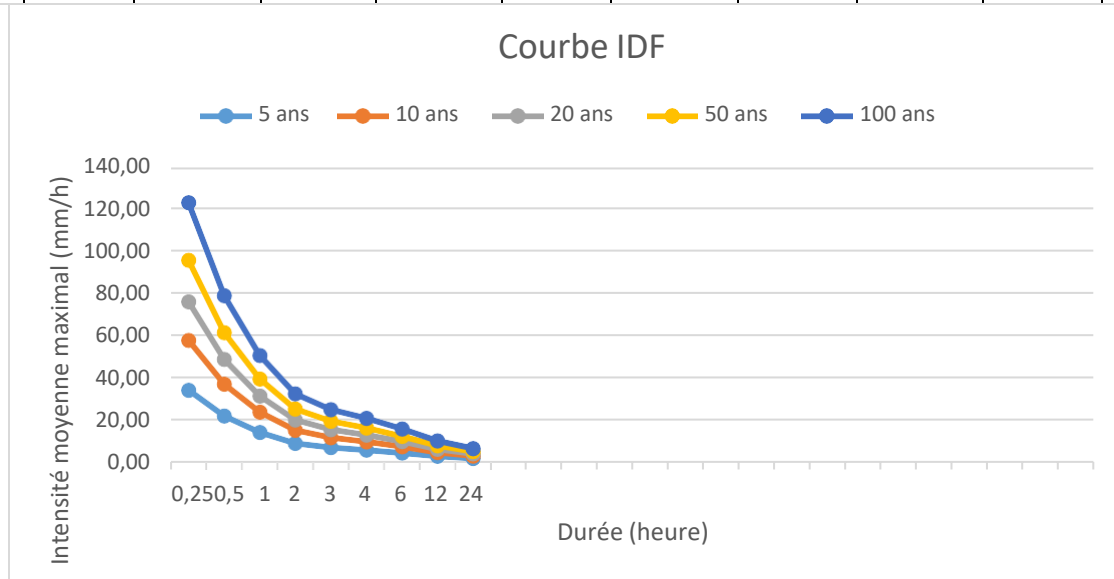


Figure II-1 : Courbes IDF de la zone du projet

**II.8 Intensité moyenne maximale :**

Pour les projets d’assainissement, et concernant l’estimation des débits pluviaux, on s’intéresse généralement à l’intensité moyenne maximale correspondante à une courte durée  $t = 15 \text{ min} = 0.25 \text{ h}$  et une période de retour  $T = 10 \text{ ans}$ , pour des raisons technico-économiques et de sécurité.

D’après les résultats précédents illustrés dans le tableau II-7 On a :

$$i_{15\text{min},10\%} = 75.64 \text{ mm/h}$$

$$i_{15\text{min},10\%} = \frac{75.64 \times 10000}{3600} = 210 \text{ L/s/ha}$$

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

**Conclusion :**

Pour un dimensionnement adéquat du réseau d’assainissement, il est impératif de procéder à une analyse hydrologique, qui nous a permis de choisir le modèle fréquentiel auquel s’ajuste mieux notre série pluviométrique.

L'analyse hydrologique a permis de quantifier les pluies maximales journalières pour différentes périodes de retour pour la station la plus proche, qui est celle de *MERDJA KH. PV B*, Ainsi que l'intensité moyenne maximale pour les pluies de courtes durées. Pour le dimensionnement de notre réseau d'évacuation le débit spécifique d'eaux pluviales est égal à 210 l/s

# **CHAPITRE III :**

**Calcul de base**

## Chapitre III : Calcul de base

### Introduction

Le dimensionnement d'un réseau d'assainissement est tributaire d'une étude préliminaire qui consiste à la détermination des éléments de base afin de procéder à un dimensionnement adéquat d'un réseau d'évacuation choisi. Cette étude vise à estimer :

- Le nombre d'habitants nécessaire à l'évacuation des débits d'eaux usées domestiques et à l'estimation du régime de rejet.
- Le nombre de sous bassins adoptés qui est fonction de la structure de l'agglomération, utile pour l'estimation du débit d'eaux pluviales.
- Le coefficient de ruissellement correspondant à chaque sous bassin qui représente
- Le paramètre fondamental pour l'estimation du débit pluvial.
- Le choix du système et du schéma du réseau d'évacuation des eaux.

### III.1 Situation démographique :

En hydraulique urbaine, l'ingénieur doit prévoir, dès le stade de la conception, quelle sera la population à desservir durant la durée de vie de la structure projetée ; pour répondre aux besoins de cette population.

A cet effet, Nous allons étudier l'évolution de la population aux différents horizons connus en l'occurrence le court, moyen et long terme.

Afin d'optimiser le réseau d'assainissement et de revoir le dimensionnement du collecteur de rejet.

- La population est estimée à la base de la formule suivante :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n$$

Avec :

**P<sub>n</sub>** : Population à l'horizon de calcul ;

**P<sub>0</sub>** : Population de référence

**T** : taux de croissance de la population considérée ; **T=1,5%** d'après la D.P.A.T (Direction de Planification et d'Aménagement Territorial) de la willaya de RELIZANE

**n** : l'écart d'années entre les deux horizons (2020/ 2035) ; **n = 15 ans.**

Tableau III-1 : Les données relatives à la population

Commune LAHLEF	Population actuelle année 2020	Taux d'accroissement %	Population future année 2035
<b>Chef-Lieu (ACL)</b>	13267	1,50%	16 587
<b>Douar SLIM</b>	530	1,50%	663
<b>Douar DAAMCHIA</b>	750	1,50%	938
<b>Douar KARIA</b>	92	1,50%	115
<b>Douar MAAMRIA</b>	530	1,50%	663

### III.2 Découpage de la superficie d'étude en surfaces élémentaires :

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.

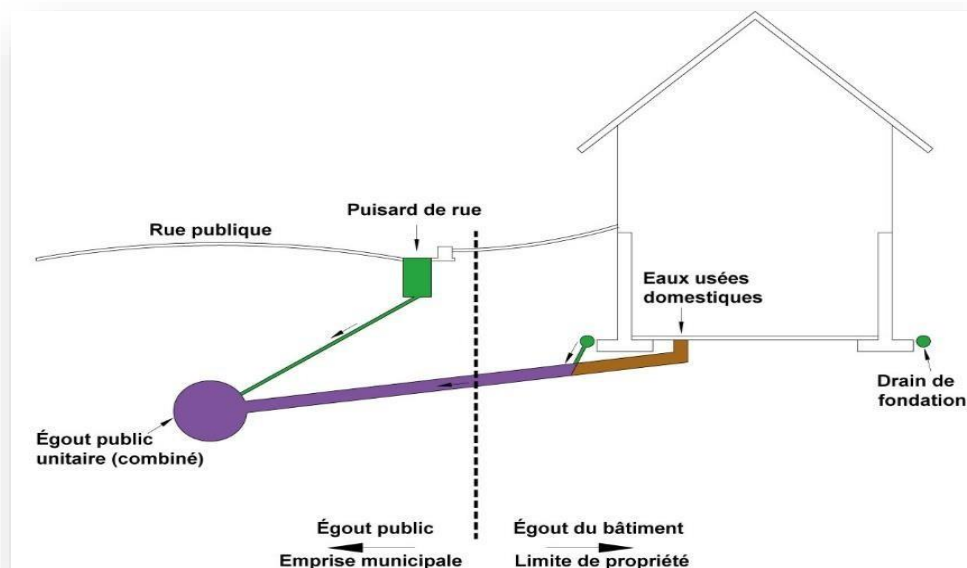
### III.3 Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement

Les systèmes d'évacuation sont composés principalement de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et fossé, et accessoirement de poste de pompage pour refouler les eaux vers les collecteurs. Habituellement, on considère trois catégories de systèmes d'évacuation, soit :

- Le réseau combiné ou unitaire.
- Le réseau pseudo-séparatif.
- Le réseau séparatif composé d'un égout sanitaire et d'un égout pluvial.

### III.3.1 Le système unitaire :

Ce système permet d'évacuer en commun toutes les eaux usées et pluviales dans une même conduite. Ce système nécessite des ouvrages d'égout et des stations d'épuration relativement importants afin de pouvoir absorber les pointes de ruissellement.



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

**Tableau III-2 :** Avantages et inconvénients du système unitaire

<b>Domaine d'utilisation privilégié</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milieu récepteur éloigné des points de collecte.</li> <li>- Topographie à faible relief.</li> <li>- Imperméabilisation importante et topographie accentuée de la commune.</li> <li>- Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception simple : un seul collecteur, un seul branchement par immeuble.</li> <li>- Encombrement réduit du sous-sol.</li> <li>- A priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales).</li> <li>- Aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités.</li> <li>- Pas de faux branchement.</li> </ul>

<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débit à la station d'épuration très variable.</li> <li>- Lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales.</li> <li>- Apport de sable important à la station d'épuration.</li> <li>- Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche.</li> <li>- Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - Eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.</li> </ul>
<b>Contraintes d'exploitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage.</li> <li>- Difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.</li> </ul>

Source : Office International de l'eau (2000)

### III.3.2 Le système séparatif :

Ce système comprend deux réseaux :

- Un réseau pour évacuer les eaux pluviales vers un cours d'eau.
- Un réseau pour évacuer les eaux d'égout ménagères et certains effluents industriels après traitement.
- Le réseau prend fin obligatoirement à la station d'épuration qui se trouve en général à la sortie de l'agglomération.

Par contre le tracé du réseau d'eaux pluviales dépend de l'implantation des espaces producteurs du ruissellement des eaux pluviales sont rejetées directement dans le cours d'eau le plus proche naturel soit-il ou artificiel.

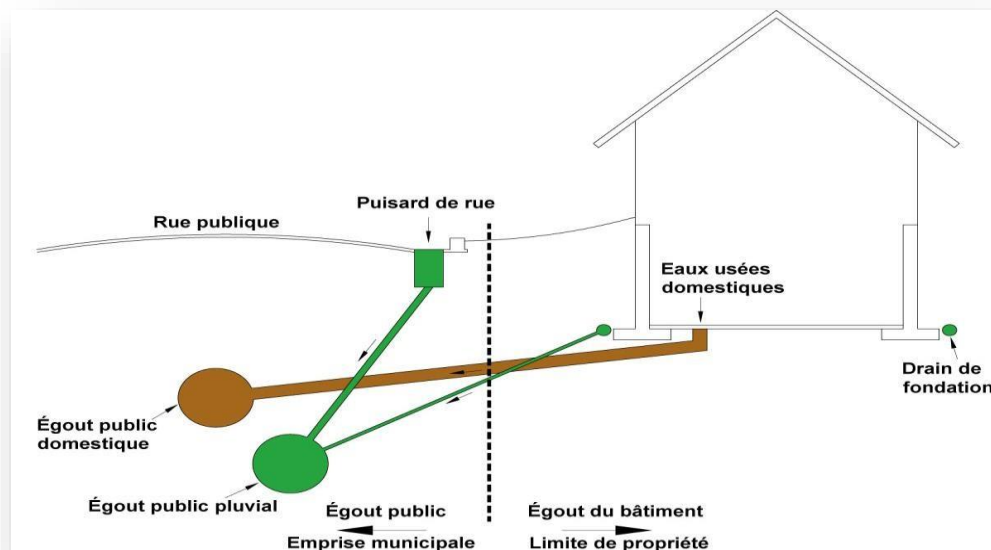


Figure III.2 : schéma représentatif des branchements dans le système séparatif

Tableau III-3 : Avantages et inconvénients du système séparatif

<b>Domaine d'utilisation privilégié</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petites et moyennes agglomérations.</li> <li>- Extension des villes.</li> <li>- Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées.</li> <li>- Exploitation plus facile de la station d'épuration.</li> <li>- Meilleure préservation de l'environnement des flux polluants.</li> <li>- Certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents, ...)</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encombrement important du sous-sol.</li> <li>- Coût d'investissement élevé.</li> <li>- Risque important d'erreur de branchement.</li> </ul>
<b>Contraintes d'exploitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance accrue des branchements.</li> <li>- Entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales).</li> <li>- Entretien des ouvrages particuliers (siphons, chasses d'eau, avaloirs).</li> <li>- Entretien des postes de relèvement et des chambres à sables.</li> <li>- Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux parasites ...).</li> </ul>

Source : Office International de l'eau (2000)

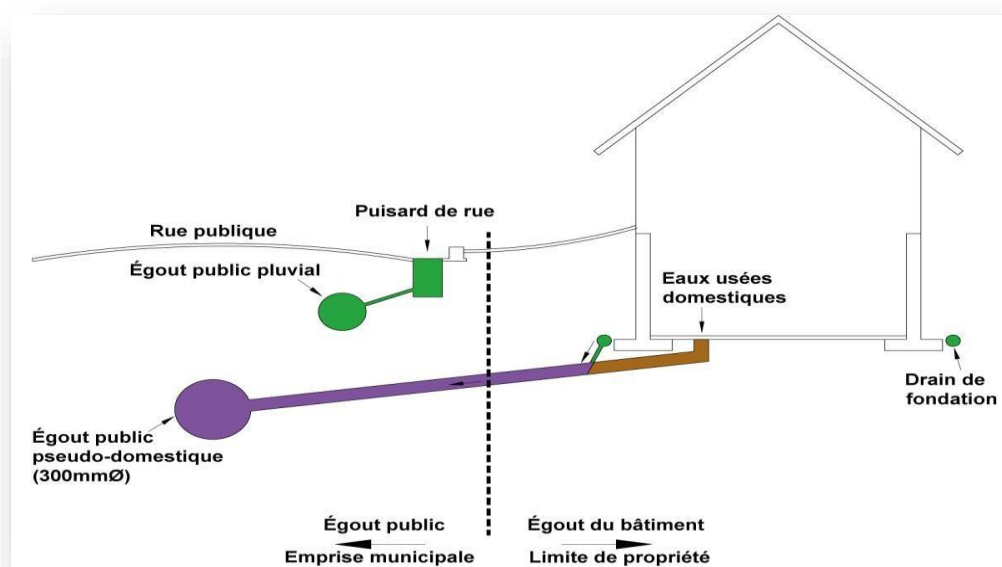


### III.3.3 Le système pseudo-séparatif :

Le système pseudo séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

L'une provenant uniquement des surfaces de voirie qui s'écoule par des ouvrages particuliers des services de la voirie municipale : 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. On recoupe ainsi les évacuations des eaux d'un même immeuble.



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

### III.3.4 Système mixte :

Dans ce type, une partie de la zone est assainie par un réseau unitaire et l'autre partie par le système séparatif.

Il est appliqué dans les villes disposant d'un ancien réseau de type unitaire et dont les débits de l'extension ne pourraient être supportés par le réseau ancien.

### III.3.5 Système autonome :

C'est un système individuel non raccordé à un réseau public (assainissement non-collectif). Ce système est utilisé dans les sites ruraux où on rencontre une faible densité d'habitations (espaces isolés et entités individuelles), ce qui rend la mise en place des réseaux publics très coûteuse.

### III.4 Le choix du système d'assainissement :

La problématique du choix du système d'évacuation des eaux usées doit être étudiée selon plusieurs critères. En effet, outre l'aspect économique, le choix d'un système d'assainissement, répond aux différentes variantes d'aménagement, dont la possibilité du tracé pour le système séparatif. Si le principal avantage des réseaux séparatifs est que, par temps de pluie, la division des eaux usées et pluviales évite de surcharger le réseau d'assainissement et permet d'assurer le bon fonctionnement des stations d'épuration, il reste à définir le couloir ou le tracé de ce type de réseau qui doit être adapté aux conditions urbanistiques de la zone d'étude.

Ainsi, les paramètres prépondérants pour le choix du système sont:

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

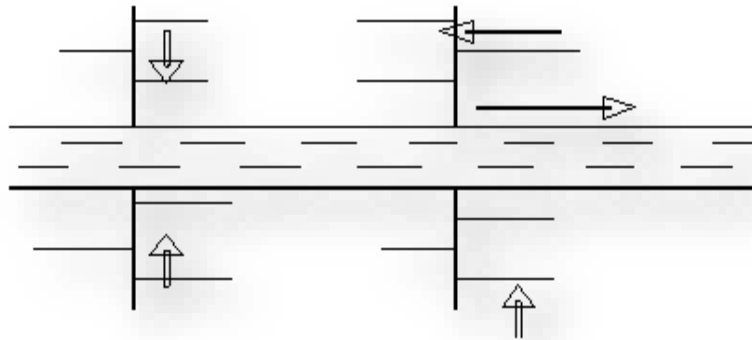
### III.5 Les différents schémas d'assainissement :

Le mode d'écoulement en assainissement est généralement gravitaire, donc dépendant du relief et de la topographie du terrain naturel, pour assurer cet écoulement gravitaire on a les différents schémas d'évacuations suivantes :

#### III.5.1 Schéma perpendiculaire :

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il

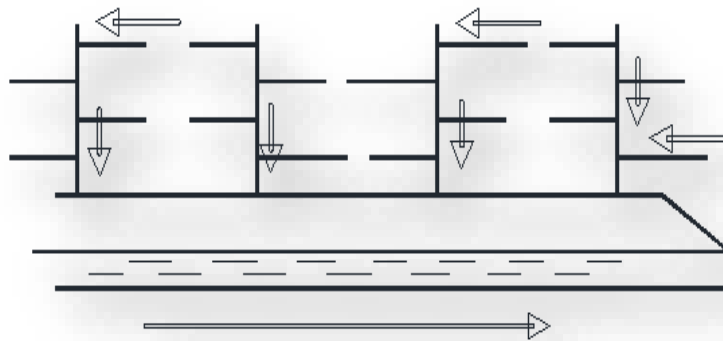
convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales.



**Figure III-4 :** Schéma perpendiculaire

### III.5.2 Schéma par déplacement latéral :

C'est le schéma le plus simple, permettant de transporter l'effluent à l'aval de l'agglomération vers un seul point. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau, dans ce cas l'épuration est nécessaire.



**Figure III-5 :** Schéma par déplacement latéral

### III.5.3 Schéma transversal ou oblique :

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

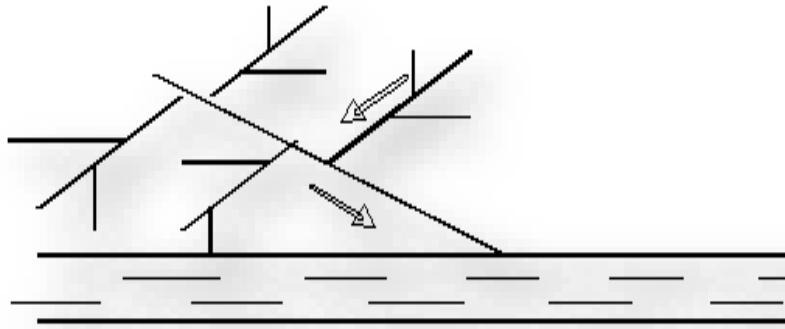


Figure III-6 : Schéma transversal ou oblique

#### III.5 .4 Schéma par zones étagées :

Ce schéma est une transposition du schéma par déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux ; ils permettent l'évacuation à plusieurs niveaux pour ne pas trop charger le collecteur

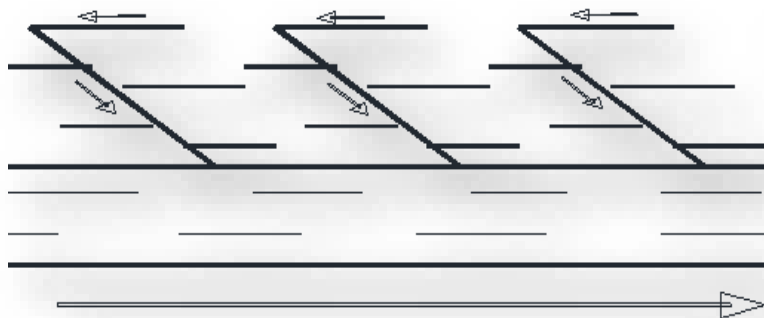


Figure III-7 : Schéma par zones étagées

#### III.5 .5 Schéma radial

Le schéma radial convient pour les terrains plats. Il permet la collecte des effluents en un ou plusieurs points où ils seront évacués, par relevage, vers un point éloigné de l'agglomération (un cours d'eau récepteur ou une station d'épuration).

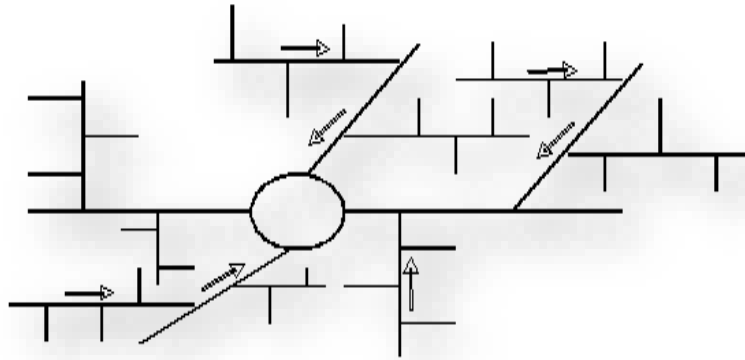


Figure III-8 : Schéma radial

### III.6 Le choix du schéma d'évacuation :

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter, dépend de divers paramètres :

- Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitats à desservir.
  - Les conditions d'environnement : nature de rejet, le milieu récepteur et l'emplacement de la station d'épuration si elle existe.
  - Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- ➔ Pour notre projet, nous adaptons un schéma par **déplacement latéral**.

### III.7 Le coefficient de ruissellement :

#### III.7 .1Méthodes de détermination du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement «  $C_r$  » d'une surface donnée est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselé et le volume tombé sur le bassin considéré. Il a un rôle prépondérant dans l'évaluation des débits de pointe pluviaux qui servent au dimensionnement du réseau.

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de plusieurs paramètres :

- La nature du sol.
- Le mode d'occupation du sol.
- L'inclinaison du terrain (la pente).
- La durée et l'intensité de la pluie.
- La densité de la population.
- Le degré de saturation du sol en eau.
- L'humidité de l'air.

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

### III.7.1.1 En fonction du type d'occupation du sol :

**Tableau III-4 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol

Type d'occupation du sol		C <sub>r</sub>
Commercial		0.70 – 0.95
Résidentiel	Lotissement	0.3 – 0.5
	Collectifs	0.5 – 0.75
	Habitat dispersé	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

Source : Satin *et al.* (2006)

### III.7.1.2 En fonction de la catégorie d'urbanisation :

**Tableau III-5 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégorie d'urbanisation	C <sub>r</sub>
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

Source: Water Environment Federation (1970)

### III.7.1.3 En fonction de la densité de population :

**Tableau III-6 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population

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

Source: Water Environment Federation (1970)

### III.7.1.4 En fonction de la nature de la surface :

**Tableau III-7 :** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces

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

Source : Polycopie P<sup>r</sup> SALAH BOUALEM

### III.7 .2 Estimation du coefficient de ruissellement pour chaque surface élémentaire :

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 sont dans le tableau suivant :

**Tableau III-8** : Valeurs de coefficients de ruissellement pour chaque sous bassin

N° de surface élémentaire	Surface : A (ha)	C <sub>r</sub>
01	0.58	0.50
02	3.98	0.59
03	0.20	0.4
04	3,64	0,47
05	1.93	0.72
06	1.12	0,42
07	0.34	0.50
08	2,32	0,58
09	0.39	0,44
10	3.35	0,54
11	0.69	0,58
12	5.33	0.50
13	1.59	0,58
14	1.70	0,42
15	0.20	0.54
16	2.93	0.5
	30.29	

### III.8 Calcul de la population pour chaque surface élémentaire :

A défaut de connaître le nombre exact du nombre d'habitant de chaque sous bassin, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier.

- On estime le coefficient de ruissellement.
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total
- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin.
- On déduit le nombre d'habitant de chaque sous bassin.



**III.9 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :**

Le coefficient de ruissellement pondéré est donné par l'expression :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} A_i}{A} \quad (\text{III.1})$$

Avec

$C_{rp}$  : Coefficient de ruissellement pondéré total.

$C_{ri}$  : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

$A_i$  : Surface élémentaire de chaque sous bassin

$A$  : Surface totale de la zone urbanisée.

Application numérique :  $C_{rp} = \frac{16.30}{30.21} = 0,54$   $C_{rp} = \mathbf{0.54}$

Calcul de la densité partielle :

La densité partielle de chaque sous bassin est exprimée par la relation :

$$D_i = \frac{C_{ri} P}{C_{rp} A} \quad (\text{III.2})$$

Avec :

$D_i$  : Densité partielle du sou bassin considéré en (hab./ha).

$C_{rp}$  : Coefficient de ruissellement pondéré total.

$C_{ri}$  : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

$P$  : Population globale à l'horizon de calcul.

$A$  : Surface totale de la zone urbanisée en (ha)

**III.10 Calcul du nombre d'habitant de chaque surface élémentaire :**

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

$$P_i = D_i \cdot A_i \quad (\text{III.3})$$

Avec :

$P_i$  : Population partielle du sou bassin considéré.

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

**Tableau III-9** : Nombre d'habitants pour chaque sous bassin

<b>N° de surface élémentaire</b>	<b>Surface : A (ha)</b>	<b>Nombre d'habitants</b>
01	0.58	42
02	3.98	342
03	0.2	11
04	3,64	249
05	1.93	202
06	1.12	68
07	0.34	24
08	2,32	196
09	0.39	25
10	3.35	264
11	0.96	81
12	5.33	388
13	1.59	134
14	1.70	104
15	0.20	15
16	2.93	234
	<b>30.29</b>	<b>2379</b>

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé les différents éléments d'un réseau d'assainissement, du point de vue théorique.

Ayant présenté les différents systèmes d'évacuation des réseaux d'assainissement, nous avons décidé d'opter pour un système unitaire avec un schéma par déplacement latérale la détermination du coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin, ainsi que le nombre d'habitants.

# **CHAPITRE IV :**

**Estimation des  
débits à évacuer**

## Chapitre IV : Estimation des débits à évacuer

### Introduction :

Un système d'évacuation est conçu pour assurer la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement et usées d'origines diverses.

La détermination des dimensions des collecteurs nécessite une évaluation des débits, elle est primordiale car elle détermine la quantité d'eaux usées et pluviales conduite vers l'exutoire.

Ces dernières varient d'une agglomération à une autre, selon le régime adopté et la situation géographique ainsi que topographique.

### IV.1 Evaluation des débits d'eaux usées :

#### IV.1.1 Définition :

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées. Les eaux usées, aussi appelées « effluents » ou « eaux polluées », sont constituées de toutes les eaux de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées.

#### IV.1.2 Nature des eaux usées à évacuer :

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

- **Les eaux usées d'origine domestique :**

Ce sont des eaux qui trouvent leur origine à partir des habitations de l'agglomération. Elles sont constituées essentiellement d'eaux ménagères (des vaisselles, de lavage, de bain et de douche) et d'eaux vannes (eaux provenant des sanitaires).

- **Les eaux des services publics :**

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

- **Les eaux usées industrielles :**

Ces eaux proviennent des différentes activités industrielles de diverses usines la quantité d'eau évacuée par les industries dépend des facteurs suivants :

- Nature de l'industrie (de fabrication ou de transformation)
- Procédé de fabrication utilisé.
- Taux de recyclage effectivement réalisé.

Cette quantité peut être évaluée selon deux principes :

- **Industrie de production** : on s'intéresse aux produits ; c'est-à-dire l'estimation du nombre de produits et la quantité d'eau nécessaire jusqu'au produit fini.
- **Industrie de transformation** : on s'intéresse au nombre de travailleurs employés par l'industrie, et une estimation de la quantité d'eau utilisée par chacun.

- **Eaux usées d'équipements :**

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

- **Les eaux claires parasites :**

Ce sont les eaux d'infiltration dans le collecteur qui changent parfois les propriétés hydrauliques de l'écoulement, lorsque ce dernier n'est pas étanche à 100% la remontée de la nappe qui est considéré comme Eaux Claires Parasites Permanentes (ECCPP), modifie les propriétés hydrauliques telles que la vitesse...etc. Les eaux parasites qui sont inévitables peuvent constituer un pourcentage non négligeable par rapport aux eaux usées. Néanmoins leur évaluation est assez difficile et ne peut être faite que sur terrain. En absence de moyens et de données, on estime que le débit d'intrusion représente 0,05 à 0,15 l/s/ha

## **IV.2 Estimation des débits des eaux usées :**

L'évaluation de la quantité journalière des eaux usées à évacuer s'effectue à partir de la consommation d'eau potable.

L'évacuation quantitative des rejets est en fonction du type et de la nature de l'agglomération et les diverses catégories d'urbanisation (établissements publics et privés,

industries, usines ...). Plus l'agglomération est urbanisée, plus la quantité d'eau rejetée est élevée.

#### IV.2 .1 Débits des eaux usées domestiques :

L'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée en totalité dans le réseau, il est admis que l'eau évacuée n'est que 70% à 80% de l'eau consommée.

##### ❖ Débit moyen journalier :

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, on prend comme base la dotation de la consommation d'eau potable.

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

$$Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}} = \frac{K_r \times D \times N_{\text{hab}}}{86400} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}}$  : débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s)
- $N_{\text{hab}}$  : nombre d'habitants à l'horizon d'étude (habitant).
- $K_r$  : coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- $D$  : dotation journalière estimée à 150 L/hab/j.
- Le terme  $\frac{1}{86400}$  est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

##### ❖ 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. Ce dernier est donné par la formule suivante :

$$Q_p^{\text{dom}} = K_p \times Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}} \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

- $Q_p^{\text{dom}}$  : débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).
- $Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}}$  : débit moyen journalier rejeté (L/s).
- $K_p$  : coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen de rejet :

$$K_p = 1.5 + \frac{4.3}{\sqrt{Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}}}} \quad \text{si : } Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}} \geq 2.81 \text{ L/s} \quad (\text{IV.3})$$

$$K_p = 3 \quad \text{si : } Q_{\text{moy},j}^{\text{dom}} < 2.81 \text{ L/s} \quad (\text{IV.4})$$

→ Les débits des eaux usées domestiques à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-1:** Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin

N° de surface élémentaire	N <sub>hab</sub>	K <sub>r</sub>	D (L/j/hab)	Q <sub>moy,j</sub> <sup>dom</sup> (L/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> <sup>dom</sup> (L/s)	Q <sub>p</sub> <sup>dom</sup> (m <sup>3</sup> /s)
01	42	0,8	150	0,0583	3	0,1749	0,0002
02	342	0,8	150	0,4753	3	1.4259	0,0014
03	11	0,8	150	0,0152	3	0,0456	0,00004
04	249	0,8	150	0,3461	3	1.0383	0,0010
05	202	0,8	150	0,2807	3	0,8421	0,0008
06	68	0,8	150	0,1833	3	0,5499	0,0005
07	24	0,8	150	0,0333	3	0,0999	0,0001
08	196	0,8	150	0,2724	3	0,8172	0,0008
09	25	0,8	150	0,0347	3	0,1041	0,0001
10	264	0,8	150	0,3669	3	1,1007	0,0011
11	81	0,8	150	0,1125	3	0,3375	0,0003
12	388	0,8	150	0,5393	3	1.6179	0,0016
13	134	0,8	150	0,1862	3	0.5568	0,0005
14	104	0,8	150	0,1445	3	0.4335	0,0004
15	15	0,8	150	0,0208	3	0.0624	0,00006
16	234	0.8	150	0.3030	3	0.9090	0.0009

### IV.2 .2 Débits des eaux usées des établissements publics :

L'évaluation de ces débits se fait de la même manière que les eaux domestiques, en se basant sur la consommation d'eau potable pour chaque type d'utilisateur.

#### ❖ Débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier des eaux usées des services publics est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}} = \frac{K_r \times D_{\text{éq}} \times N_u}{86400} \quad (\text{IV.5})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}}$  : débit moyen journalier des eaux usées publiques en (L/s)
- $N_u$  : nombre des usagers (des unités) concernés par chaque service.
- $K_r$  : coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- $D_{\text{éq}}$  : dotation de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité) ; une donnée qui diffère d'un type d'utilisateur à un autre.
- Le terme  $\frac{1}{86400}$  est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

#### ❖ Débit de pointe :

On est appelé à déterminer le débit de pointe des eaux usées des équipements publics. Il est donné par la formule suivante :

$$Q_p^{\text{éq}} = K_p \times Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}} \quad (\text{IV.6})$$

Avec :

- $Q_p^{\text{éq}}$  : débit de pointe des eaux usées publiques (L/s).
- $Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}}$  : débit moyen journalier rejeté (L/s).
- $K_p$  : coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen de rejet :

$$K_p = 1.5 + \frac{1.3}{\sqrt{Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}}}} \quad \text{si : } Q_{\text{moy,j}}^{\text{éq}} \geq 2.81 \text{ L/s} \quad (\text{IV.7})$$



$$K_p = 3 \quad \text{si : } Q_{\text{moy},j}^{\text{éq}} < 2.81 \text{ L/s} \quad (\text{IV.8})$$

→ Les débits des eaux usées des équipements publics à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-2 :** Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin

N° de surface élément	Equipement	S (m <sup>2</sup> )	Unité de mesure	N <sub>u</sub>	D <sub>éq</sub> (L/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> <sup>éq</sup> (L/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> <sup>éq</sup> (L/s)
12	CEM	8269	Élève	400	30	0,111	3	0,333

### IV.3 .3 Débits totaux des eaux usées à évacuer :

Pour le calcul du débit total des eaux usées à évacuer, et en l'absence des renseignements précis sur la répartition dans le temps, on doit prendre en considération l'hypothèse de la superposition des débits de pointes de tout type d'eaux usées.

→ Les débits totaux des eaux à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-3 :** Débits totaux des eaux usées pour chaque surface élémentaire

N° SB	A (ha)	Q <sub>p</sub> <sup>dom</sup> (L/s)	Q <sub>p</sub> <sup>éq</sup> (L/s)	Q <sub>t</sub> <sup>EU</sup> (L/s)	Q <sub>t</sub> <sup>EU</sup> (m <sup>3</sup> /s)
01	0.58	0,1749	-	0.1749	0,0002
02	3.98	1.4259	-	1.4259	0,0014
03	0.2	0,0456	-	0,0456	0,00004
04	3,64	1.0383	-	1,0383	0,0010
05	1.93	0,8421	-	0.8421	0,0008
06	1.12	0,5499	-	0,5499	0,0005
07	0.34	0,0999	-	0,0999	0,0001
08	2,32	0,8172	-	0,8172	0,0008

09	0.39	0,1041	-	0,1041	0,0001
10	3.35	1,1007	-	1.1007	0,0011
11	0.96	0,3375	-	0,3375	0,0003
12	5.33	1.6179	0.333	1.9509	0,0019
13	1.59	0.5568	-	0.5568	0,0005
14	1.70	0.4335	-	0.4335	0,0004
15	0.2	0.0624	-	0.0624	0,00006
16	2.93	0.9090	-	0.9090	0.0009

### IV.3 Evaluation des débits d'eaux pluviales Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales sont les eaux qui proviennent des précipitations atmosphériques. Les eaux provenant d'arrosage, de lavage, des voies publiques et privées, des jardins et des cours d'immeubles sont aussi assimilées à des eaux pluviales. Ce sont donc essentiellement des eaux de ruissellement de surface.

L'estimation des eaux pluviales est nécessaire pour toute étude d'un réseau d'assainissement, les débits des eaux pluviales sont calculés pour une précipitation de fréquence décennale et une durée de 15 min, la surface à drainer est découpée en sous bassin suivant des critères bien précis, ensuite un coefficient de ruissellement pondéré, en fonction de la nature du sol, est attribué à chaque sous bassin ainsi défini.

La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, comme la méthode superficielle ou rationnelle.

#### IV.3 .1 La méthode rationnelle :

Cette méthode a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains à faible surface. Elle exige un découpage de bassin-versant en secteurs limités par les lignes isochrones quand la surface est importante.

Elle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne «  $i$  » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie «  $A$  » caractérisée par un coefficient de ruissellement «  $C_r$  ».

Cependant, on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (ça veut dire que l'averse a un épicentre et se diffuse dans l'espace). Pour cela, il convient d'appliquer un coefficient «  $\alpha$  » de répartition de la pluie.

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha \times C_r \times i \times A \quad (\text{IV.9})$$

Avec :

- Q : débit d'eau de ruissellement (L/s).
- A : surface d'apport (ha).
- $C_r$  : coefficient de ruissellement.
- i : intensité moyenne de précipitation (L/s/ha).
- $\alpha$  : coefficient réducteur (correcteur) de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace.

#### IV.3.2 Coefficient réducteur de l'intensité :

En réalité, la répartition d'une pluie au niveau d'un bassin est irrégulière surtout pour les pluies de courte durée et de forte intensité. Pour en tenir compte, on doit ajouter un paramètre de correction pour chaque surface élémentaire ; c'est un coefficient réducteur de l'intensité :  $\alpha \leq 1$ .

❖ Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

- Pour des bassins longs (rectangles étroits, ...) ; ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0.006 \times \sqrt{d}/2 \quad (\text{IV.10})$$

- Pour des bassins ramassés (carrés, cercles, ...) :

$$\alpha = 1 - 0.005 \times \sqrt{d}/2 \quad (\text{IV.11})$$

Avec :

- d : longueur du milieu de l'aire élémentaire (m).

#### IV.3.3 Validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est efficace pour des surfaces relativement limitées (généralement inférieures à 10 ha). Le résultat est meilleur pour des aires encore plus faibles, du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement.

Ainsi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 min.

Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

#### IV.3.4 Hypothèses de la méthode rationnelle

La méthode rationnelle est fondée sur trois (03) hypothèses de base :

- Le débit de pointe «  $Q_p$  » est proportionnel à l'intensité moyenne maximale «  $i$  » sur une durée égale au temps de concentration «  $t_c$  » du bassin-versant.
- Le débit de pointe «  $Q_p$  » est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration «  $t_c$  » du bassin-versant.
- Le débit de pointe «  $Q_p$  » a la même période de retour que l'intensité «  $i$  » qui le provoque, ceci suppose que le coefficient de ruissellement «  $Cr$  » du bassin-versant est constant.

#### IV.3.5 Temps de concentration :

C'est une caractéristique du bassin ; définie 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.

❖ Le temps de concentration «  $t_c$  » se compose de :

- $t_1$  (min) : temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations.

$$t_1 = \frac{L}{60 \times v} \quad (\text{IV.12})$$

Avec :

- $L$  : longueur de canalisation (m).
- $v$  : vitesse d'écoulement (m/s).
- Le terme  $\frac{1}{60}$  pour la conversion de secondes (s) en minutes (min).
- $t_2$  : temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement. En général, il varie de 2 à 20 min.
- $t_3$  (min) : temps de ruissellement superficiel dans un bassin ne comportant pas de canalisations.

$$t_3 = \frac{L_s}{11 \times \sqrt{I}} \quad (\text{IV.13})$$

Avec :

- $L_s$  : parcours superficiel de l'eau dans le bassin (km).
- $I$  : pente moyenne du parcours (%).

❖ Donc, 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 «  $t_c$  (min) » est donné par la relation suivante :

$$t_c = 3.98 \times \left[ \frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

- $L$  : cheminement hydraulique le plus long (km).
- $I$  : pente moyenne du chemin parcouru (%).

#### IV.3 .6 Critique de la méthode rationnelle :

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est grossièrement approchée.
- Le coefficient de ruissellement «  $C_r$  » est constant sur tout le sous bassin et pendant toute la durée de l'averse. La méthode ne tient pas compte du stockage de l'eau de ruissellement sur le bassin ; en négligeant le rôle des surfaces non revêtues (trous, crevasse, ...).

-

#### IV.4 Choix de la méthode :

Nous avons choisi la méthode rationnelle pour l'évaluation des débits pluviaux, car les conditions de validité de celle-ci sont respectées sur tous les sous bassins ; des superficies inférieures à 10 ha.

#### IV.5 Calcul des débits pluviaux :

Vu que les surfaces des sous bassins sont petites, les valeurs du coefficient «  $\alpha$  » s'approchent de l'unité, par conséquent il sera pris égal à 1. Les résultats de calcul des débits pluviaux pour chaque surface élémentaire sont reportés respectivement dans le tableau suivant :

Tableau IV-4 : Débits totaux des eaux pluviales à évacuer :

N° de surface élémentaire	A (ha)	C <sub>r</sub>	$\alpha$	I (L/s/ha)	Q <sup>EP</sup> (L/s)	Q <sup>EP</sup> (m <sup>3</sup> /s)
1	0.58	0,50	1	210	60.90	0,061
2	3.98	0,59	1	210	493.12	0,493
3	0.20	0,40	1	210	16.80	0,017
4	3.64	0,47	1	210	359.26	0,359
5	1.93	0,72	1	210	291.81	0,292
6	1.12	0,42	1	210	98.78	0,098
7	0.34	0,50	1	210	35.70	0,035
8	2.32	0,58	1	210	282.57	0,282
9	0.39	0,44	1	210	36.03	0,036
10	3.35	0,54	1	210	379.89	0,380
11	0.69	0,58	1	210	84.04	0,084
12	5.33	0,50	1	210	559.65	0,559
13	1.59	0,58	1	210	193.66	0,193
14	1.70	0,42	1	210	149.94	0,150
15	0.2	0,54	1	210	22.68	0,022
16	2.93	0.6	1	210	359.10	0.359

**Tableau IV-5** : débit total de chaque sous bassin à évacuer :

N° de surface élémentaire	Débit usé m3/s	Débit pluvial m3/s	Débit total m3/s
1	0,0002	0,061	0,0612
2	0,0014	0,493	0,4944
3	0,00004	0,017	0,0170
4	0,0010	0,359	0,3600
5	0,0008	0,292	0,2928
6	0,0005	0,098	0,0985
7	0,0001	0,035	0,0351
8	0,0008	0,282	0,2828
9	0,0001	0,036	0,0361
10	0,0011	0,380	0,3811
11	0,0003	0,084	0,0843
12	0,0019	0,559	0,5609
13	0,0005	0,193	0,1935
14	0,0004	0,150	0,1504
15	0,00006	0,022	0,0220
16	0,0009	0,359	0,3599

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons abordé le calcul des eaux usées et pluviales indispensable dans le dimensionnement de réseaux d'assainissement.

Pour ce qui est des eaux pluviales, la méthode rationnelle sera la base de calcul pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement, les calculs seront faits pour une période de retour de 10 ans.



# **CHAPITRE V :**

## **Dimensionnement du réseau d'assainissement**

## Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'assainissement

### Introduction :

Une fois que les débits des eaux à évacuer au niveau des sous bassins sont déterminés, on passe au calcul hydraulique du système d'assainissement qui consiste à dimensionner les collecteurs et les éléments qui seront appelés à acheminer ces eaux vers l'oued dans les meilleures conditions possibles, tout en satisfaisant les conditions d'auto curage.

Ce calcul hydraulique doit respecter certaines normes d'écoulement et conditions d'implantation des réseaux d'assainissement. L'implantation en profondeur se fait d'une manière à satisfaire les conditions de résistance mécanique aux charges extérieures, tout en définissant le meilleur tracé possible.

### 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, ...).
  - Pentés.
- **Les regards** : de 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 «  $Q_{ps}$  ».

## 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 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).
- $S_m$  : section mouillée ( $\text{m}^2$ ).
- $v$  : vitesse d'écoulement ( $\text{m/s}$ ).

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 ( $\text{m/s}$ ).
- $C$  : coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.
- $I$  : pente motrice de l'écoulement ( $\text{m/m}$ ).
- $R_h$  : rayon hydraulique ( $\text{m}$ ), 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 ( $\text{m}^2$ ).
- $P_m$  : le périmètre mouillé ( $\text{m}$ ).

### 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 :

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

Avec :

- $D_{\text{cal}}$  (m) ;  $Q_t$  (m<sup>3</sup>/s) ;  $I$  (m/m).

Où :

$$Q_t = Q_{\text{eu}} + Q_{\text{pl}},$$

Avec :

- $Q_{\text{eu}}$  (m<sup>3</sup>/s) : Débit d'eau usée.
- $Q_{\text{pl}}$  (m<sup>3</sup>/s) : Débit d'eau pluvial.

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 :

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

- $Q_{\text{ps}}$  (m<sup>3</sup>/s) ;  $v_{\text{ps}}$  (m/s) ;  $D_N$  (m)

6- Le rapport des débits :

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

7- Déterminer les vitesses réelles par :

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

Avec :

- $r_v$  : rapport des vitesses.

8- La hauteur de remplissage :

$$H = r_H \times D_N \quad (\text{V.12})$$

Avec :

$r_H$  : rapport des hauteurs.

### V.2.3 Formule de BAZIN :

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

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \quad (\text{V.13})$$

Où :

- $\gamma$  : un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportée

### V.3 Réseau unitaire :

Il convient de tenir compte que des dépôts sont susceptibles de se former, ce qui conduit à admettre un écoulement sur des parois semi-rugueuses. Ainsi, le coefficient relatif à la relation de Bazin a été pris  $\gamma = 0.46$  ; le coefficient de Chézy a été, approximativement, représenté par l'expression suivante :

$$C = 60 \times R_h^{1/4} \quad (\text{V.14})$$

Alors, la vitesse d'écoulement et le débit capable de l'ouvrage sont représentés, respectivement, comme suit :

$$v = 60 \times R_h^{3/4} \times I^{1/2} \quad (\text{V.15})$$

$$Q = 60 \times R_h^{3/4} \times I^{1/2} \times S_m \quad (\text{V.16})$$

#### V.4 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  $R_h = D_n/4$ .

- Les abaques 1, (2-a) et (2-b) sont utilisés pour simplifier les calculs :
  - Abaque 1 : pour les réseaux pluviaux en système séparatif ou les réseaux unitaire :
    - Abaque 2-a : pour les canalisations circulaires.
    - Abaque 2-b : pour les canalisations ovoïdes.
- Les nomogrammes (3-a) et (3-b) 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'autocurage :
  - Abaque 3-a : pour les ouvrages circulaires.
  - Abaque 3-b : pour les ouvrages ovoïdes normalisés.

#### ❖ Procédé de calcul :

1- A l'aide de l'abaque (1), (2-a) ou (2-b) :

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 (3-a) ou (3-b) :

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.12).

#### V.5 Conditions d'auto curage :

Un réseau d'assainissement doit être auto-curé, 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.6 Normes d'écoulement et d'implantation :

### V.6.1 Canalisations :

- 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'auto curage ; la pente minimale est de 0.5%.
- Le relèvement des eaux par pompage à éviter le plus que possible.
- La couverture minimale de la canalisation est de 80 cm.
- Il est préférable que la vitesse maximale à pleine section soit de l'ordre de 4 m/s (la limite correspondante a été tracée sur les abaques).

### V.7 Résultats du dimensionnement :

Le dimensionnement de tous les collecteurs et la détermination de leur paramètre hydraulique sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau V : Calculs du réseau projeté (collecteur principale et secondaire) :

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m³/s)	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>N</sub> (mm)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	H (mm)	V (m/s)	Q <sub>ps</sub> (m³/s)	V <sub>ps</sub> (m/s)	V <sub>min</sub> (m/s)	Autocurage
R1-R2	42.35	1.00	0.009	111	315	0,04	0.51	0.13	52	1.97	0.24	3.87	2.20	vérifié
R2-R3	14.82	1.00	0.009	111	315	0,04	0.51	0,13	52	1.97	0,24	3.87	2.20	vérifié
R3-R4	17.09	1.00	0.023	158	315	0,09	0.54	0,21	82	1.47	0.24	2.72	1.55	vérifié
R4-R5	11.22	1.00	0,023	158	315	0,09	0.54	0,21	82	1.47	0,24	2.72	1.55	vérifié
R5-R6	6.93	5.21	0.023	116	315	0,04	0.53	0,14	55	1.29	0,24	2.39	1.36	vérifié
R6-R7	7.69	20.4	0.023	90	315	0,02	0.71	0,10	40	1.28	0,55	1.78	1.01	vérifié
R7-R8	24.73	12.7	0,023	98	315	0,02	0.83	0,10	77	1.05	1.10	1.26	0.71	vérifié
R9-R10	20.30	1.00	0.009	111	315	0,04	0.91	0,13	53	1.16	0,24	1.26	0.71	vérifié
R10-R11	16.07	1.00	0.009	111	315	0,04	0.91	0,13	53	1.16	0,24	1.26	0.71	vérifié
R11-R12	17.32	1.00	0.009	111	315	0,04	0.91	0,13	53	1.16	0,24	1.26	0.71	vérifié
R12-R8	26.59	7.00	0.009	77	315	0,01	0.92	0,08	33	2.26	0.64	2.46	1.40	vérifié
R8-R13	34.99	9.80	0,018	94	315	0,07	0.85	0,19	74	2.21	0,76	2.65	1.51	vérifié
R13-R14	32.62	13.9	0,053	132	315	0,06	0.82	0,18	70	1.81	0.91	2.19	1.24	vérifié
R14-R15	37.15	9.39	0,053	142	315	0,07	0.91	0,19	75	1.55	0,74	1.69	0.96	vérifié
R15-R16	37.20	5.24	0,053	159	315	0,09	0.51	0,21	83	1.52	0,55	2.96	1.68	vérifié
R16-R17	25.39	2.32	0,085	221	315	0,14	0.52	0,25	102	2.03	0,37	3.89	2.21	vérifié
R17-R18	31.89	0.43	0,085	303	315	0,53	0.52	0,52	208	1.67	0,16	3.19	1.81	vérifié
R18-R19	24.14	1.88	0,042	176	315	0,26	0.51	0,34	138	1.40	0,33	2.69	1.53	vérifié
R19-R20	40.58	1.18	0,042	192	315	0,32	0.52	0,39	156	1.71	0,26	3.25	1.85	vérifié
R20-R21	30.65	1.00	0,063	231	315	0,35	0.83	0,41	164	1.90	0,24	2.28	1.29	vérifié
R21-R22	26.23	0.64	0,063	251	315	0,44	0.73	0,46	185	1.39	0,19	1.90	1.08	vérifié
R22-R23	32.74	0.77	0,096	284	315	0,40	0.72	0,44	175	2.91	0,21	4.01	2.28	vérifié
R23-R24	22.27	2.27	0,096	232	315	0,23	0.72	0,33	131	1.87	0,36	2.57	1.46	vérifié
R24-R25	22.09	1.45	0,096	253	315	0,29	0.52	0,37	148	1.53	0,29	2.92	1.66	vérifié
R25-R26	33.53	1.00	0.045	203	315	0,35	0.72	0,41	164	0.95	0,24	1.30	0.74	vérifié
R26-R27	17.24	1.00	0.045	203	315	0,35	0.72	0,41	164	0.95	0,24	1.30	0.74	vérifié
R28-R29	35.14	1.00	0.059	226	315	0.53	0.83	0.50	160	1.48	0.5	1.76	1.00	vérifié
R29-R30	32.55	1.00	0.051	214	315	0.45	0.71	0.47	140	1.32	0.11	1.86	1.06	vérifié
R30-R31	27.13	1.00	0.056	221	315	0.23	0.72	0.33	131	1.07	0.24	1.47	0.83	vérifié
R31-R32	21.61	1.00	0.056	221	315	0.23	0.72	0.33	131	1.07	0.24	1.47	0.83	vérifié
R32-R33	16.57	5.60	0.078	181	315	0.62	0.83	0.25	99	1.22	0.57	1.46	0.83	vérifié
R33-R34	18.89	1.00	0.078	250	315	0.62	0.91	0.39	156	1.10	0.24	1.20	0.68	vérifié
R34-R35	37.41	1.00	0.078	250	315	0.62	0.91	0.39	156	1.10	0.24	1.20	0.68	vérifié
R35-R36	34.80	1.00	0.079	252	315	0.63	0.91	0.39	157	1.16	0.24	1.26	0.71	vérifié
R36-R37	22.43	1.00	0.079	252	315	0.63	0.91	0.39	157	1.16	0.24	1.26	0.71	vérifié
R37-R38	20.12	1.00	0.079	252	315	0.63	0.91	0.39	157	1.16	0.24	1.26	0.71	vérifié
R39-R40	15.46	0.30	0.015	169	315	0.14	0.71	0.25	102	1.97	0.10	2.75	1.56	vérifié
R40-R41	19.34	9.18	0.015	89	315	0.02	0.72	0.10	40	1.79	0.73	2.48	1.41	vérifié
R41-R42	15.33	12.2	0.015	84	315	0.01	0.51	0.08	32	1.08	1.14	2.08	1.18	vérifié
R44-R45	29.41	7.57	0.024	110	315	0.04	0.51	0.13	52	1.22	0.67	2.38	1.35	vérifié
R45-R46	15.77	5.61	0.024	116	315	0.04	0.51	0.14	55	1.14	0.57	2.24	1.27	vérifié
R46-R47	36.73	9.17	0.071	160	315	0.10	0.50	0.21	83	1.67	0.73	3.28	1.87	vérifié
R47-R48	30.68	11.7	0.071	152	315	0.08	0.72	0.20	79	0.90	0.83	1.25	0.71	vérifié
R48-R49	7.75	2.80	0.071	199	315	0.17	0.72	0.28	112	3.02	0.40	4.18	2.38	vérifié
R49-R50	25.68	3.27	0.071	194	315	0.05	0.83	0.16	65	1.94	1.34	2.32	1.32	vérifié
R51-R52	15.79	1.00	0.060	227	315	0.02	0.83	0.10	42	2.17	0.24	2.60	1.48	vérifié
R52-R53	20.31	1.00	0.060	227	315	0.02	0.83	0.10	42	2.17	0.24	2.60	1.48	vérifié
R53-R54	12.15	1.00	0.060	227	315	0.02	0.83	0.10	42	2.17	0.24	2.60	1.48	vérifié
R54-R55	32.11	1.00	0.026	166	315	0.11	0.71	0.22	88	2.05	0.24	2.89	1.64	vérifié
R55-R56	24.37	1.00	0.026	166	315	0.11	0.71	0.22	88	2.05	0.24	2.89	1.64	vérifié
R56-R57	31.05	1.00	0.035	185	315	0.14	0.72	0.25	102	1.41	0.24	1.93	1.10	vérifié
R57-R58	42.94	1.00	0.035	185	315	0.14	0.72	0.25	102	1.41	0.24	1.93	1.10	vérifié
R58-R38	27.50	1.00	0.035	185	315	0.14	0.72	0.25	102	1.41	0.24	1.93	1.10	vérifié
R27-R59	23.59	1.00	0.011	131	315	0.08	0.46	0.13	40	0.89	0.13	1.91	1.10	vérifié
R59-R60	28.56	1.00	0.027	109	315	0.05	0.32	0.08	24	2.56	0.55	3.86	2.20	vérifié
R60-R62	24.95	1.00	0.033	119	315	0.06	0.38	0.10	31	2.86	0.52	3.36	1.91	vérifié
R62-R63	21.42	1.39	0.244	361	400	0.85	0.72	0.71	283	1.23	0.28	1.70	0.96	vérifié
R63-R64	30.76	2.46	0.244	324	400	0.64	0.50	0.58	232	2.11	0.38	4.21	2.39	vérifié
R64-R65	30.20	1.00	0.019	188	315	0.23	0.75	0.28	85	0.89	0.084	1.19	0.67	vérifié
R65-R66	31.14	1.00	0.056	275	315	0.67	1.07	0.60	180	1.19	0.084	1.28	0.72	vérifié
R66-R67	29.38	1.00	0.063	184	315	0.21	0.73	0.27	81	2.38	0.30	4.18	2.38	vérifié
R67-R68	36.66	1.00	0.013	164	315	0.15	0.65	0.21	65	0.67	0.048	1.19	0.67	vérifié
R68-R69	20.59	1.00	0.084	177	315	0.19	0.70	0.25	76	3.50	0.43	4.15	2.36	vérifié
R69-R70	22.80	1.00	0.096	191	315	0.24	0.76	0.29	88	3.22	0.40	5.66	3.22	vérifié
R70-R50	24.92	1.00	0.102	203	315	0.28	0.81	0.33	99	2.87	0.35	5.04	2.87	vérifié
R50-R38	20.70	1.00	0.525	512	630	0.73	0.83	0.64	381	1.46	0.71	1.75	0.99	vérifié



R38 –R71	32.15	6.35	0.568	373	400	0.92	0.72	0.76	304	1.01	0.61	1.39	0.79	vérifié
R71 –R72	33.96	12.5	0.568	328	400	0.65	0.72	0.59	236	1.45	0.86	2.00	1.14	vérifié
R72 –R73	17.78	8.67	0.568	352	400	0.79	0.71	0.67	269	0.79	0.71	1.11	0.63	vérifié
R73 –R74	21.68	10.1	0.568	341	400	0.73	0.72	0.64	254	1.36	0.77	1.86	1.06	vérifié
R74 –R75	31.82	8.84	0.568	350	400	0.78	0.72	0.67	267	1.22	0.72	1.68	0.95	vérifié
R75 –R76	21.04	6.67	0.568	369	400	0.90	0.72	0.74	298	1.27	0.63	1.75	0.99	vérifié
R76 –R77	32.85	10.0	0.568	342	400	0.73	0.73	0.64	255	1.29	0.77	1.77	1.00	vérifié
R77 –R78	23.66	5.92	0.568	378	400	0.96	0.73	0.78	314	1.30	0.59	1.79	1.02	vérifié
R78 –R79	16.86	10.9	0.568	337	400	0.70	0.73	0.62	248	1.36	0.80	1.87	1.06	vérifié
R79 –R80	25.58	7.77	0.583	363	400	0.84	0.73	0.70	279	0.76	0.68	1.28	0.73	vérifié
R80 –R81	27.37	7.93	0.583	362	400	0.83	0.71	0.69	277	0.82	0.68	1.14	0.64	vérifié
R81 –R82	18.81	8.98	0.583	353	400	0.78	0.73	0.66	265	1.48	0.73	2.03	1.15	vérifié
R82 –R83	10.93	12.6	0.583	331	400	0.66	0.72	0.59	236	1.30	0.86	1.78	1.01	vérifié
R84 –R85	19.87	1.00	0.012	124	315	0.05	0.50	0.15	60	0.95	0.24	1.88	1.07	vérifié
R85 –R86	23.68	1.00	0.012	124	315	0.08	0.51	0.19	76	1.04	0.24	2.05	1.16	vérifié
R87 –R88	31.16	9.99	0.032	116	315	0.06	0.72	0.18	71	0.83	0.54	1.14	0.64	vérifié
R88 –R89	28.99	8.77	0.032	119	315	0.04	1.10	0.14	58	1.24	0.72	1.37	0.78	vérifié
R90 –R91	27.06	2.26	0.027	144	315	0.02	0.97	0.11	42	2.61	1.16	2.66	1.51	vérifié
R91 –R92	31.37	1.00	0.027	168	315	0.11	0.98	0.23	90	2.56	0.24	2.61	1.48	vérifié
R93 –R94	20.30	1.00	0.030	175	315	0.01	0.53	0.08	31	2.30	0.24	4.34	2.47	vérifié
R94 –R95	25.36	1.00	0.021	153	315	0.09	0.72	0.20	79	1.02	0.24	1.40	0.79	vérifié
R95 –R96	9.63	1.00	0.021	153	315	0.09	0.72	0.20	79	1.02	0.24	1.40	0.79	vérifié
R96 –R97	10.24	1.00	0.021	153	315	0.09	0.72	0.20	80	1.02	0.24	1.40	0.79	vérifié
R97 –R98	28.83	1.00	0.021	153	315	0.09	0.72	0.20	80	1.02	0.24	1.40	0.79	vérifié
R98 –R99	13.00	1.00	0.032	179	315	0.13	1.02	0.25	98	2.79	0.24	2.86	1.63	vérifié
R99 –R100	28.70	1.00	0.032	179	315	0.13	1.02	0.25	98	2.79	0.24	2.86	1.63	vérifié
R101 –R102	12.46	0.30	0.015	169	315	0.14	0.97	0.25	101	2.91	0.10	2.98	1.69	vérifié
R102 –R86	14.87	1.00	0.015	135	315	0.06	0.97	0.18	72	2.88	0.24	2.95	1.68	vérifié
R86 –R89	11.99	1.00	0.031	177	315	0.13	1.08	0.24	97	1.85	0.24	2.00	1.14	vérifié
R89 –R103	10.87	1.00	0.064	233	315	0.26	1.06	0.35	140	2.24	0.24	2.38	1.35	vérifié
R103 –R104	11.73	1.00	0.064	233	315	0.26	1.06	0.35	140	2.24	0.24	2.38	1.35	vérifié
R104 –R105	11.91	1.00	0.064	233	315	0.26	1.06	0.35	140	2.24	0.24	2.38	1.35	vérifié
R105 –R106	19.62	1.00	0.064	233	315	0.26	1.06	0.35	140	2.24	0.24	2.38	1.35	vérifié
R106 –R107	25.32	1.00	0.064	233	315	0.26	1.06	0.35	140	2.24	0.24	2.38	1.35	vérifié
R107 –R108	14.09	1.00	0.068	238	315	0.28	0.49	0.36	144	0.99	0.24	1.98	1.12	vérifié
R108 –R109	15.83	1.00	0.068	238	315	0.48	0.50	0.49	196	1.14	0.24	2.26	1.28	vérifié
R109 –R110	9.80	1.00	0.068	238	315	0.28	0.51	0.36	144	1.59	0.24	3.08	1.75	vérifié
R92 –R111	8.66	1.00	0.091	265	315	0.28	0.51	0.36	144	1.59	0.24	3.08	1.75	vérifié
R111 –R112	7.74	1.00	0.091	265	315	0.37	0.97	0.42	169	2.99	0.24	3.05	1.73	vérifié
R100 –R113	20.27	1.00	0.101	276	315	0.37	0.97	0.42	169	2.99	0.24	3.05	1.73	vérifié
R113 –R114	13.20	1.00	0.101	276	315	0.37	0.97	0.42	169	2.99	0.24	3.05	1.73	vérifié
R114 –R115	14.30	1.00	0.101	276	315	0.41	0.92	0.42	179	3.72	0.24	4.05	2.30	vérifié
R115 –R116	13.54	1.00	0.101	276	315	0.41	0.92	0.45	179	3.72	0.24	4.05	2.30	vérifié
R117 –R118	22.69	2.93	0.020	123	315	0.02	0.83	0.08	34	1.24	1.32	1.47	0.83	vérifié
R118 –R119	20.87	2.09	0.020	131	315	0.06	0.83	0.17	70	3.69	0.35	4.42	2.51	vérifié
R119 –R120	31.56	4.84	0.020	112	315	0.04	0.83	0.13	52	3.54	0.53	4.24	2.41	vérifié
R83 –R121	6.84	1.00	0.118	223	315	0.37	0.88	0.39	119	2.58	0.32	4.53	2.58	vérifié
R121 –R122	10.41	1.00	0.123	228	315	0.39	0.90	0.41	124	2.52	0.31	4.43	2.52	vérifié
R122 –R120	17.36	1.81	0.130	229	315	0.40	0.91	0.42	126	2.63	0.32	4.62	2.63	vérifié
R120 –R123	14.36	1.00	0.134	228	315	0.39	0.91	0.41	125	2.75	0.34	4.83	2.75	vérifié
R123 –R116	16.34	1.00	0.142	232	315	0.41	0.92	0.43	129	2.78	0.34	4.89	2.78	vérifié
R116 –R124	16.76	2.32	0.501	647	800	0.53	1.01	0.52	416	1.89	0.93	1.86	1.05	vérifié
R124 –R125	35.29	12.1	0.512	652	800	0.55	1.02	0.52	423	1.90	0.93	1.86	1.05	vérifié
R125 –R126	19.87	1.95	1.191	928	1000	0.81	1.09	0.86	689	2.05	1.46	1.86	1.06	vérifié
R126 –R127	48.81	9.92	1.224	937	1000	0.83	1.10	0.70	703	2.05	1.46	1.86	1.06	vérifié
R127 –R128	52.02	1.90	1.299	1029	1200	0.67	1.07	0.60	727	1.85	1.93	1.71	0.97	vérifié
R128 –R129	36.06	2.39	1.340	1041	1200	0.69	1.08	0.61	739	1.85	1.93	1.71	0.97	vérifié
R129 –R130	32.66	5.38	1.406	1058	1200	0.72	1.08	0.63	760	1.86	1.93	1.71	0.97	vérifié
R130 –R131	10.11	1.00	1.445	1069	1200	0.74	1.09	0.64	777	1.87	1.93	1.71	0.97	vérifié
R132 –R133	16.70	1.00	0.009	111	315	0.04	0.97	0.13	51	2.73	0.24	2.80	1.59	vérifié
R133 –R134	24.32	7.62	0.015	92	315	0.02	0.97	0.10	41	3.04	0.67	3.10	1.76	vérifié
R134 –R135	19.42	1.00	0.023	158	315	0.09	0.71	0.21	82	1.06	0.24	1.47	0.83	vérifié
R135 –R136	30.60	3.49	0.036	148	315	0.08	0.71	0.19	77	0.96	0.45	1.35	0.76	vérifié
R136 –R137	27.27	8.33	0.036	126	315	0.05	0.91	0.16	63	2.93	0.70	3.19	1.81	vérifié
R137 –R138	20.28	1.00	0.040	195	315	0.16	0.72	0.27	109	1.74	0.24	2.40	1.36	vérifié
R138 –R139	20.39	1.00	0.040	195	315	0.16	0.72	0.27	109	1.64	0.24	2.27	1.29	vérifié
R139 –R140	15.83	1.00	0.056	221	315	0.23	0.82	0.33	130	2.48	0.24	2.99	1.70	vérifié
R140 –R141	6.43	1.00	0.056	221	315	0.23	0.92	0.33	130	2.60	0.24	2.82	1.60	vérifié
R141 –R142	8.49	1.00	0.056	221	315	0.23	0.72	0.33	130	1.86	0.24	2.58	1.47	vérifié
R142 –R143	7.24	1.00	0.056	221	315	0.23	0.72	0.33	130	1.75	0.24	2.43	1.38	vérifié
R143 –R144	8.41	1.00	0.056	221	315	0.23	0.53	0.33	130	2.44	0.24	3.29	1.87	vérifié
R145 –R146	35.62	5.00	0.050	157	315	0.09	0.53	0.20	82	2.38	0.54	2.86	1.63	vérifié
R146 –R147	17.18	2.18	0.050	183	315	0.04	0.53	0.14	57	1.65	1.13	2.29	1.30	vérifié
R147 –R148	19.09	2.16	0.050	183	315	0.04	0.53	0.14	57	2.04	1.13	2.29	1.30	vérifié
R148 –R149	18.57	2.03	0.050	186	315	0.05	0.53	0.14	58	2.04	1.10	2.29	1.30	vérifié

R149-R150	10.48	4.45	0.050	160	315	0.10	0.52	0.14	84	2.03	0.51	2.28	1.29	vérifié
R150-R151	10.10	1.00	0.053	217	315	0.22	0.53	0.21	127	1.13	0.24	2.13	1.21	vérifié
R151-R152	11.64	1.00	0.053	217	315	0.22	0.53	0.32	127	1.31	0.24	2.45	1.39	vérifié
R152-R153	23.80	1.00	0.053	217	315	0.22	0.72	0.32	127	1.22	0.24	1.67	0.95	vérifié
R154-R155	22.97	0.42	0.040	229	315	0.25	0.51	0.16	66	1.35	0.75	1.65	0.94	vérifié
R155-R156	15.05	0.73	0.040	207	315	0.05	0.72	0.19	75	1.06	0.56	1.43	0.81	vérifié
R156-R157	21.11	0.95	0.040	197	315	0.07	0.72	0.18	71	2.88	0.65	3.98	2.26	vérifié
R157-R158	20.12	0.53	0.040	220	315	0.06	0.83	0.17	74	1.47	0.65	1.76	1.00	vérifié
R158-R159	21.59	0.72	0.045	217	315	0.10	0.71	0.22	68	1.21	0.81	1.70	0.96	vérifié
R159-R160	8.07	1.12	0.045	199	315	0.08	0.71	0.19	86	1.16	0.54	1.64	0.93	vérifié
R160-R161	9.82	4.99	0.055	163	315	0.06	0.72	0.18	78	0.92	0.68	1.27	0.72	vérifié
R161-R162	7.64	0.79	0.055	229	315	0.04	0.52	0.17	72	1.77	0.87	3.39	1.93	vérifié
R162-R163	10.51	12.8	0.055	136	315	0.23	0.52	0.22	55	1.73	1.37	3.33	1.89	vérifié
R163-R164	9.89	3.16	0.055	177	315	0.25	0.52	0.19	130	1.93	0.24	3.66	2.08	vérifié
R164-R165	12.60	1.00	0.055	220	315	0.25	0.52	0.18	137	1.75	0.24	3.32	1.89	vérifié
R165-R166	18.35	1.00	0.061	228	315	0.25	0.53	0.14	137	2.01	0.24	3.80	2.16	vérifié
R166-R167	12.86	1.00	0.061	228	315	0.25	0.52	0.32	137	1.80	0.24	3.41	1.94	vérifié
R167-R168	16.31	1.00	0.061	228	315	0.25	0.52	0.34	137	1.88	0.24	3.58	2.04	vérifié
R169-R170	15.88	1.30	0.157	245	315	0.48	0.98	0.48	144	2.63	0.32	4.62	2.63	vérifié
R170-R171	14.61	1.30	0.161	257	315	0.55	1.02	0.52	158	2.37	0.29	4.16	2.37	vérifié
R171-R172	10.73	1.70	0.169	313	315	0.96	1.13	0.78	234	1.42	0.17	2.50	1.42	vérifié
R172-R173	9.13	6.03	0.178	282	315	0.71	1.08	0.62	188	2.01	0.24	3.53	2.01	vérifié
R173-R174	13.14	6.87	0.186	275	315	0.66	1.07	0.60	180	2.24	0.27	3.94	2.24	vérifié
R175-R176	12.14	1.00	0.014	131	315	0.06	0.52	0.18	70	2.13	0.24	4.02	2.29	vérifié
R176-R177	12.16	1.00	0.014	131	315	0.06	0.52	0.18	70	2.13	0.24	4.02	4.02	vérifié
R177-R178	13.63	1.00	0.014	131	315	0.06	0.52	0.18	70	2.13	0.24	4.02	4.02	vérifié
R178-R179	8.46	1.00	0.018	144	315	0.07	0.52	0.19	75	1.63	0.24	3.11	1.77	vérifié
R179-R180	6.59	10.9	0.018	92	315	0.02	0.52	0.10	41	1.68	0.24	3.21	1.82	vérifié
R180-R181	7.01	11.1	0.022	99	315	0.03	0.52	0.11	45	1.74	0.80	3.32	1.89	vérifié
R181-R182	11.34	2.63	0.022	130	315	0.04	0.52	0.12	46	1.82	0.81	3.46	1.97	vérifié
R183-R184	36.61	1.95	0.026	146	315	0.02	0.72	0.11	42	0.82	1.07	1.14	0.64	vérifié
R184-R185	11.14	4.64	0.026	124	315	0.02	0.52	0.09	34	1.77	1.66	3.37	1.92	vérifié
R185-R186	10.22	4.25	0.046	157	315	0.03	0.51	0.12	47	1.24	1.59	2.41	1.37	vérifié
R186-R187	26.90	1.77	0.046	185	315	0.04	0.50	0.14	58	1.97	1.02	3.88	2.21	vérifié
R187-R188	27.07	5.00	0.046	152	315	0.08	0.92	0.19	77	2.60	0.59	2.82	1.60	vérifié
R188-R189	22.42	1.00	0.064	233	315	0.26	0.72	0.35	140	1.33	0.24	1.86	0.49	vérifié
R189-R190	15.99	1.00	0.065	234	315	0.08	0.72	0.20	79	1.26	0.77	1.75	0.99	vérifié
R190-R191	13.97	0.74	0.065	248	315	0.10	0.71	0.21	84	1.73	0.66	2.44	1.39	vérifié
R191-R192	12.94	3.41	0.065	186	315	0.14	0.71	0.26	102	2.38	0.45	3.33	1.89	vérifié
R192-R193	18.29	10.0	0.194	290	315	0.77	1.09	0.66	199	2.01	0.25	3.54	2.01	vérifié
R193-R194	16.08	1.00	0.202	364	400	0.67	1.07	0.60	243	1.35	0.29	2.38	1.35	vérifié
R194-R195	12.61	1.00	0.212	391	400	0.83	1.10	0.70	280	1.16	0.25	2.03	1.15	vérifié
R195-R196	32.06	1.00	0.022	156	315	0.09	0.72	0.20	81	1.65	0.24	2.27	1.29	vérifié
R196-R197	14.83	1.00	0.022	156	315	0.09	0.72	0.20	81	1.65	0.24	2.27	1.29	vérifié
R197-R198	13.57	1.00	0.022	156	315	0.09	0.72	0.20	81	1.65	0.24	2.27	1.29	vérifié
R198-R199	18.62	1.00	0.037	189	315	0.15	0.72	0.26	105	2.04	0.24	2.83	1.61	vérifié
R199-R200	32.77	1.00	0.037	189	315	0.07	0.83	0.18	73	1.37	0.56	1.65	0.9	vérifié
R200-R201	8.48	1.00	0.037	189	315	0.03	0.53	0.13	50	1.86	1.08	3.45	1.96	vérifié
R201-R202	18.13	1.00	0.070	240	315	0.29	0.53	0.37	147	1.77	0.24	3.29	1.87	vérifié
R202-R203	27.33	1.00	0.070	240	315	0.29	0.53	0.37	147	1.77	0.24	3.29	1.87	vérifié
R203-R204	29.29	1.00	0.070	240	315	0.29	0.53	0.37	147	1.77	0.24	3.29	1.87	vérifié
R204-R205	44.37	1.00	0.139	311	315	0.57	0.53	0.54	216	1.53	0.24	2.86	1.63	vérifié
R205-R206	40.63	1.00	0.139	311	315	0.57	0.53	0.54	216	1.53	0.24	2.86	1.63	vérifié
R206-R207	21.16	1.00	0.139	311	315	0.57	0.53	0.54	216	1.53	0.24	2.86	1.63	vérifié
R207-R208	17.68	1.00	0.139	311	315	0.57	0.53	0.54	216	1.53	0.24	2.86	1.63	vérifié
R208-R209	19.13	1.00	0.143	314	315	0.59	0.53	0.55	221	1.22	0.24	2.29	1.30	vérifié
R209-R210	18.56	1.00	0.143	314	315	0.59	0.53	0.55	221	1.22	0.24	2.29	1.30	vérifié
R210-R211	16.41	1.00	0.143	314	315	0.59	0.53	0.55	221	1.22	0.24	2.29	1.30	vérifié
R211-R212	31.83	1.00	0.187	348	400	0.77	0.72	0.66	263	1.22	0.24	1.67	0.95	vérifié
R212-R213	20.97	1.00	0.187	348	400	0.77	0.72	0.66	263	1.22	0.24	1.67	0.95	vérifié
R213-R214	24.16	1.00	0.187	348	400	0.77	0.72	0.66	263	1.22	0.24	1.67	0.95	vérifié
R214-R215	18.80	1.00	0.187	348	400	0.77	0.72	0.66	263	1.22	0.24	1.67	0.95	vérifié
R215-R216	20.34	1.00	0.211	364	400	0.86	0.72	0.72	287	1.04	0.24	1.43	0.81	vérifié
R216-R217	12.47	1.00	0.211	364	400	0.86	0.72	0.72	287	1.04	0.24	1.43	0.81	vérifié
R217-R218	29.61	1.00	0.211	364	400	0.86	0.72	0.72	287	1.04	0.24	1.43	0.81	vérifié
R218-R219	25.38	1.00	0.222	371	400	0.91	0.72	0.95	300	2.88	0.24	3.98	2.26	vérifié
R219-R220	31.49	1.00	0.290	410	500	1.00	0.83	0.82	329	1.46	0.24	1.76	1.00	vérifié
R220-R221	27.76	1.00	0.244	384	400	1.00	0.83	0.82	329	1.46	0.24	1.76	1.00	vérifié
R221-R222	19.01	1.00	0.244	384	400	1.00	0.83	0.82	329	1.46	0.24	1.76	1.00	vérifié
R222-R223	14.97	1.00	0.244	384	400	1.00	0.83	0.82	329	1.46	0.24	1.76	1.00	vérifié
R223-R224	18.84	2.84	0.011	105	315	0.03	0.71	0.11	45	1.21	0.41	1.70	0.96	vérifié
R224-R225	10.32	1.77	0.011	108	315	0.01	0.71	0.07	29	1.16	1.02	1.64	0.93	vérifié
R225-R226	11.54	9.45	0.022	102	315	0.03	0.72	0.12	47	0.92	0.74	1.27	0.72	vérifié
R226-R227	11.16	14.5	0.022	95	315	0.02	0.52	0.11	43	1.77	0.92	3.39	1.93	vérifié
R227-R228	9.68	12.3	0.022	98	315	0.03	0.52	0.11	44	1.73	0.85	3.33	1.89	vérifié

R224 –R225	12.71	11.0	0.022	99	315	0.03	0.52	0.11	45	1.93	0.80	3.66	2.08	vérifié
R225 –R226	11.28	10.0	0.026	108	315	0.05	0.52	0.12	50	1.75	0.79	3.32	1.89	vérifié
R226 –R227	15.86	1.00	0.026	108	315	0.11	0.53	0.16	66	2.01	0.49	3.80	2.16	vérifié
R227 –R228	9.92	1.00	0.026	108	315	0.11	0.52	0.22	89	1.80	0.24	3.41	1.94	vérifié
R228 –R229	14.01	1.00	0.026	108	315	0.20	0.52	0.22	89	1.80	0.24	3.41	1.94	vérifié
R229 –R230	26.22	1.00	0.049	137	315	0.20	0.53	0.31	122	1.88	0.24	3.58	2.04	vérifié
R230 –R231	24.08	1.00	0.011	104	315	0.044	0.29	0.07	21	2.10	0.26	3.68	2.09	vérifié
R231 –R232	17.58	1.00	0.024	206	315	0.29	0.81	0.33	101	0.67	0.084	1.19	0.67	vérifié
R232 –R233	11.96	1.00	0.027	212	315	0.32	0.84	0.35	107	0.67	0.084	1.19	0.67	vérifié
R233 –R234	15.90	1.00	0.037	130	315	0.082	0.45	0.13	39	3.73	0.46	5.56	3.16	vérifié
R235 –R236	15.50	3.83	0.042	154	315	0.09	0.53	0.20	81	2.13	0.47	4.02	2.29	vérifié
R236 –R237	13.04	8.68	0.042	132	315	0.06	0.52	0.18	71	1.63	0.71	3.11	1.77	vérifié
R237 –R238	19.69	9.12	0.042	131	315	0.06	0.52	0.18	70	1.68	0.73	3.21	1.82	vérifié
R238 –R239	15.11	4.77	0.042	148	315	0.08	0.52	0.19	77	1.74	0.53	3.32	1.89	vérifié
R239 –R240	13.93	3.29	0.042	159	315	0.10	0.72	0.21	84	1.82	0.44	3.46	1.97	vérifié
R240 –R234	12.66	2.34	0.042	169	315	0.04	0.52	0.13	52	0.82	1.18	1.14	0.64	vérifié
R234 –R241	27.05	2.34	0.079	215	315	0.07	0.51	0.18	73	1.77	1.18	3.37	1.92	vérifié
R242 –R243	15.66	1.00	0.017	141	315	0.07	0.50	0.19	74	1.24	0.24	2.41	1.37	vérifié
R243 –R244	12.32	5.45	0.017	105	315	0.03	0.51	0.12	47	1.97	0.56	3.88	2.21	vérifié
R244 –R245	13.68	1.83	0.017	127	315	0.02	0.50	0.09	35	1.49	1.04	3.01	1.71	vérifié
R245 –R246	17.54	1.83	0.031	159	315	0.03	0.50	0.13	51	0.87	0.88	1.73	0.98	vérifié
R246 –R247	18.89	1.73	0.031	160	315	0.03	0.72	0.12	48	0.86	1.01	1.19	0.67	vérifié
R247 –R248	18.85	1.67	0.031	161	315	0.03	0.51	0.12	48	1.68	0.99	3.28	1.86	vérifié
R249 –R250	18.82	1.78	0.170	301	315	0.52	0.72	0.51	206	1.54	0.32	2.11	1.20	vérifié
R250 –R251	23.42	1.10	0.170	330	400	0.21	0.51	0.31	124	1.80	0.81	3.49	1.98	vérifié
R251 –R252	36.96	1.10	0.170	330	400	0.21	0.51	0.31	124	1.80	0.81	3.49	1.98	vérifié
R252 –R253	15.03	1.13	0.170	328	400	0.21	0.51	0.31	124	1.80	0.81	3.49	1.98	vérifié
R253 –R254	44.56	1.48	0.170	312	315	0.18	0.71	0.29	115	1.47	0.94	2.05	1.14	vérifié
R254 –R255	23.06	1.14	0.170	329	400	0.21	0.82	0.31	123	1.03	0.82	1.24	0.70	vérifié
R255 –R256	30.65	9.45	0.170	220	315	0.23	0.54	0.32	130	1.53	0.74	2.82	1.60	vérifié
R256 –R257	29.23	12.3	0.170	210	315	0.20	0.53	0.30	121	1.18	0.85	2.18	1.24	vérifié
R257 –R258	14.84	9.83	0.170	219	315	0.22	0.53	0.32	128	1.18	0.76	2.19	1.24	vérifié
R218 –R259	6.25	1.00	0.060	283	315	0.71	1.08	0.63	189	0.68	0.08	1.19	0.67	vérifié
R259 –R260	13.10	1.00	0.065	291	315	0.78	1.09	0.67	201	0.68	0.08	1.19	0.67	vérifié
R260 –R261	23.47	1.00	0.071	299	315	0.84	1.10	0.70	212	0.68	0.08	1.19	0.67	vérifié
R261 –R262	19.67	1.00	0.086	293	315	0.80	1.09	0.68	204	0.87	0.11	1.54	0.87	vérifié
R262 –R263	21.83	1.00	0.094	218	315	0.35	0.86	0.38	114	2.19	0.27	3.85	2.19	vérifié
R263 –R264	22.52	1.00	0.031	225	315	0.38	0.89	0.40	121	1.06	0.08	1.19	0.67	vérifié
R264 –R265	14.50	1.00	0.015	106	315	0.04	0.31	0.07	22	1.38	0.31	4.46	2.54	vérifié
R265 –R266	24.38	1.00	0.023	116	315	0.06	0.37	0.09	30	2.03	0.38	5.45	3.10	vérifié
R266 –R267	33.18	1.00	0.030	161	315	0.15	0.63	0.21	63	0.86	0.20	2.92	1.66	vérifié
R267 –R248	22.28	1.00	0.030	161	315	0.15	0.63	0.21	63	0.86	0.20	2.92	1.66	vérifié
R248 –R268	21.38	1.00	0.030	161	315	0.15	0.63	0.21	63	0.86	0.20	2.92	1.66	vérifié
R268 –R269	49.67	1.00	0.036	220	315	0.21	0.35	0.87	0.38	1.16	1.27	2.10	1.46	vérifié
R269 –R270	45.05	1.00	0.040	202	315	0.28	0.80	0.32	98	1.63	0.14	2.03	1.15	vérifié
R270 –R258	23.85	1.00	0.040	202	315	0.28	0.80	0.32	98	1.63	0.14	2.03	1.15	vérifié
R258 –R271	33.61	1.00	0.046	188	315	0.23	0.75	0.28	85	2.17	0.20	2.89	1.64	vérifié
R271 –R272	29.84	1.00	0.050	134	315	0.08	0.47	0.14	41	0.64	0.09	1.34	0.76	vérifié
R272 –R273	35.04	1.00	0.017	181	315	0.20	0.72	0.26	79	0.86	0.08	1.19	0.67	vérifié
R273 –R274	25.27	10.4	0.017	181	315	0.20	0.72	0.26	79	0.86	0.08	1.19	0.67	vérifié
R274 –R275	36.82	12.6	0.017	181	315	0.20	0.72	0.26	79	0.86	0.08	1.19	0.67	vérifié
R275 –R276	39.51	1.00	0.017	181	315	0.20	0.72	0.26	79	0.86	0.08	1.19	0.67	vérifié
R276 –R277	52.08	3.39	0.024	132	315	0.08	0.47	0.13	41	1.90	0.28	4.03	2.30	vérifié
R277 –R278	76.60	10.1	0.031	225	315	0.37	0.89	0.40	121	1.06	0.08	1.19	0.68	vérifié
R278 –R279	16.30	13.8	0.031	225	315	0.37	0.89	0.40	121	1.06	0.08	1.19	0.68	vérifié
R279 –R280	39.94	3.32	0.027	155	315	0.13	0.60	0.19	58	1.73	0.20	2.87	1.63	vérifié
R280 –R281	32.12	13.1	0.042	144	315	0.11	0.54	0.17	50	2.98	0.38	5.46	3.11	vérifié
R281 –R282	30.98	13.2	0.048	153	315	0.13	0.59	0.19	57	3.17	0.37	5.31	3.02	vérifié
R282 –R283	19.39	3.76	0.048	153	315	0.13	0.59	0.19	57	3.17	0.37	5.31	3.02	vérifié
R283 –R284	23.69	10.8	0.048	153	315	0.13	0.59	0.19	57	3.17	0.37	5.31	3.02	vérifié
R284 –R285	18.69	1.42	0.086	294	315	0.80	1.09	0.68	204	1.54	0.18	1.69	0.87	vérifié
R285 –R286	11.67	1.45	0.094	218	315	0.34	0.86	0.38	114	3.34	0.27	3.85	2.19	vérifié
R286 –R287	12.96	1.06	0.094	218	315	0.34	0.86	0.38	114	3.34	0.27	3.85	2.19	vérifié
R287 –R288	16.42	1.04	0.206	399	400	0.87	1.11	0.72	291	1.87	0.23	2.08	1.06	vérifié
R288 –R289	10.18	1.00	0.210	275	315	0.31	0.83	0.34	139	4.50	0.67	5.41	3.08	vérifié
R289 –R290	19.19	1.00	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R290 –R291	16.89	1.00	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R291 –R292	20.36	1.00	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R292 –R293	20.16	1.00	0.113	381	400	0.77	1.09	0.66	265	1.28	0.15	1.17	0.67	vérifié
R293 –R294	30.88	1.00	0.010	104	315	0.44	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R294 –R295	21.97	1.00	0.010	104	315	0.44	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R295 –R296	32.55	1.00	0.010	104	315	0.44	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R296 –R297	23.69	1.70	0.010	104	315	0.44	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R297 –R298	27.49	3.80	0.010	104	315	0.44	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R298 –R299	22.59	4.10	0.022	138	315	0.10	0.51	0.15	45	1.67	0.23	3.28	1.86	vérifié

R299 –R300	18.13	5.90	0.022	138	315	0.10	0.51	0.15	45	1.67	0.23	3.28	1.86	vérifié
R300 –R301	14.42	4.80	0.022	138	315	0.10	0.51	0.15	45	1.67	0.23	3.28	1.86	vérifié
R302 –R303	27.56	4.60	0.048	155	315	0.09	0.54	0.21	82	1.40	0.52	2.59	1.47	vérifié
R303 –R304	15.80	6.68	0.048	147	315	0.08	0.54	0.19	77	2.94	0.63	5.24	2.98	vérifié
R304 –R305	21.89	3.94	0.048	161	315	0.10	0.53	0.21	85	1.72	0.48	3.21	1.82	vérifié
R305 –R306	27.83	4.46	0.048	158	315	0.09	0.53	0.21	83	1.56	0.51	2.91	1.65	vérifié
R306 –R307	28.08	4.74	0.048	156	315	0.09	0.53	0.20	82	1.25	0.53	2.35	1.33	vérifié
R307 –R308	19.04	2.62	0.048	174	315	0.12	0.53	0.24	95	1.20	0.39	2.27	1.29	vérifié
R308 –R299	20.89	2.63	0.048	174	315	0.13	0.52	0.24	96	0.87	0.39	1.67	0.95	vérifié
R309 –R310	24.80	1.00	0.030	174	315	0.13	0.52	0.24	96	0.87	0.39	1.67	0.95	vérifié
R310 –R311	23.28	1.00	0.030	174	315	0.13	0.52	0.24	96	0.87	0.39	1.67	0.95	vérifié
R312 –R313	34.59	3.74	0.030	137	315	0.02	0.53	0.10	39	0.11	1.49	2.10	1.19	vérifié
R313 –R314	21.75	3.46	0.030	139	315	0.02	0.52	0.10	40	0.94	1.43	1.79	1.02	vérifié
R314 –R315	22.48	3.37	0.055	175	315	0.04	0.53	0.13	54	1.17	1.41	2.21	1.26	vérifié
R315 –R316	12.11	2.49	0.055	185	315	0.05	0.52	0.14	58	0.99	1.21	1.88	1.07	vérifié
R316 –R317	10.52	3.04	0.055	178	315	0.04	0.52	0.14	55	1.01	1.34	1.91	1.08	vérifié
R317 –R318	13.65	2.95	0.055	179	315	0.04	0.53	0.14	55	1.19	1.32	2.24	1.27	vérifié
R318 –R319	15.88	11.7	0.040	72	315	0.01	0.13	0.02	48	0.47	0.25	3.55	2.02	vérifié
R319 –R320	12.63	2.22	0.040	72	315	0.01	0.13	0.02	48	0.47	0.25	3.55	2.02	vérifié
R320 –R321	10.53	2.10	0.040	72	315	0.01	0.13	0.02	48	0.47	0.25	3.55	2.02	vérifié
R321 –R322	10.15	2.10	0.040	72	315	0.01	0.13	0.02	48	0.47	0.25	3.55	2.02	vérifié
R323 –R324	17.61	9.31	0.040	72	315	0.01	0.13	0.02	48	0.47	0.25	3.55	2.02	vérifié
R324 –R325	23.86	2.27	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R325 –R326	14.14	2.78	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R326 –R327	17.77	2.50	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R327 –R328	21.19	3.00	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R328 –R329	18.26	1.00	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R329 –R330	16.60	1.60	0.231	322	400	0.48	0.98	0.48	193	3.74	0.47	3.80	2.16	vérifié
R330 –R331	13.48	1.19	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R331 –R332	37.92	1.00	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R332 –R333	35.68	1.00	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R333 –R334	34.66	1.00	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R334 –R335	12.49	1.00	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R335 –R336	21.36	1.00	0.267	291	315	0.36	0.88	0.39	156	5.16	0.73	5.86	3.34	vérifié
R337 –R338	34.58	4.23	0.053	85	315	0.02	0.18	0.03	10	0.57	0.21	3.04	1.73	vérifié
R338 –R339	43.68	2.20	0.053	85	315	0.02	0.18	0.03	10	0.57	0.21	3.04	1.73	vérifié
R340 –R341	23.66	0.90	0.038	105	315	0.04	0.30	0.07	22	0.36	0.08	1.19	0.67	vérifié
R341 –R342	29.09	0.90	0.056	82	315	0.02	0.17	0.03	90	0.61	0.25	3.55	2.02	vérifié
R342 –R343	44.39	0.90	0.041	73	315	0.01	0.13	0.01	52	0.47	0.24	3.48	1.98	vérifié
R343 –R344	26.50	1.21	0.056	80	315	0.02	0.15	0.02	75	0.62	0.27	3.90	2.22	vérifié
R344 –R345	21.55	1.00	0.056	80	315	0.02	0.15	0.02	75	0.62	0.27	3.90	2.22	vérifié
R345 –R346	24.73	1.00	0.056	80	315	0.02	0.15	0.02	75	0.62	0.27	3.90	2.22	vérifié
R346 –R311	19.73	1.00	0.056	80	315	0.02	0.15	0.02	75	0.62	0.27	3.90	2.22	vérifié
R311 –R347	12.44	5.02	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R347 –R348	16.03	5.30	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R348 –R349	22.54	1.00	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R349 –R350	31.58	1.00	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R350 –R351	32.79	1.00	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R351 –R322	28.04	1.00	0.052	143	315	0.10	0.53	0.16	49	0.37	0.04	0.69	0.39	vérifié
R322 –R352	19.34	1.00	0.022	138	315	0.10	0.51	0.15	46	1.67	0.23	3.28	1.86	vérifié
R352 –R353	43.55	3.00	0.022	138	315	0.10	0.51	0.15	46	1.67	0.23	3.28	1.86	vérifié
R353 –R354	29.09	3.50	0.055	81	315	0.02	0.17	0.02	87	0.61	0.25	3.54	2.01	vérifié
R354 –R355	19.12	0.50	0.011	104	315	0.04	0.29	0.07	21	1.01	0.24	3.43	1.95	vérifié
R356 –R357	22.77	0.50	0.065	82	315	0.02	0.17	0.03	89	0.72	0.29	4.14	2.36	vérifié
R357 –R358	21.16	0.50	0.065	82	315	0.02	0.17	0.03	89	0.72	0.29	4.14	2.36	vérifié
R358 –R359	29.64	0.50	0.065	82	315	0.02	0.17	0.03	89	0.72	0.29	2.36	2.36	vérifié
R359 –R360	33.07	0.50	0.056	79	315	0.02	0.15	0.02	75	0.62	0.27	3.90	2.22	vérifié
R360 –R361	30.31	6.21	0.041	74	315	0.01	0.13	0.01	52	0.47	0.24	3.48	1.98	vérifié
R361 –R362	20.01	6.30	0.041	74	315	0.01	0.13	0.01	52	0.47	0.24	3.48	1.98	vérifié
R362 –R363	13.57	5.28	0.041	74	315	0.01	0.13	0.01	52	0.47	0.24	3.48	1.98	vérifié
R363 –R364	19.62	4.25	0.048	81	315	0.02	0.17	0.03	84	0.53	0.22	3.13	1.78	vérifié
R364 –R365	14.27	2.63	0.038	105	315	0.04	0.30	0.07	22	0.36	0.08	1.19	0.67	vérifié
R365 –R366	17.01	2.63	0.083	133	315	0.08	0.47	0.13	42	0.64	0.09	1.34	0.76	vérifié
R366 –R367	25.13	2.21	0.079	82	315	0.02	0.17	0.03	92	0.86	0.34	4.84	2.75	vérifié
R367 –R368	22.39	1.20	0.079	82	315	0.02	0.17	0.03	92	0.86	0.34	4.84	2.75	vérifié
R368 –R369	34.44	1.19	0.079	82	315	0.02	0.17	0.03	92	0.86	0.34	4.84	2.75	vérifié
R369 –R370	13.80	1.35	0.079	82	315	0.02	0.17	0.03	92	0.86	0.34	4.84	2.75	vérifié
R370 –R371	11.67	1.35	0.079	82	315	0.02	0.17	0.03	92	0.86	0.34	4.84	2.75	vérifié
R371 –R372	19.81	1.00	0.040	63	315	0.01	0.11	0.01	34	0.48	0.28	4.10	2.33	vérifié
R372 –R373	19.39	1.00	0.040	63	315	0.01	0.11	0.01	34	0.48	0.28	4.10	2.33	vérifié
R373 –R374	19.46	1.00	0.015	174	315	0.18	0.69	0.24	73	0.83	0.08	1.19	0.67	vérifié
R374 –R375	24.88	1.00	0.015	174	315	0.18	0.69	0.24	73	0.83	0.08	1.19	0.67	vérifié
R375 –R376	27.79	1.00	0.009	90	315	0.03	0.21	0.04	13	1.00	0.33	4.69	2.67	vérifié
R376 –R377	15.44	1.00	0.009	90	315	0.03	0.21	0.04	13	1.00	0.33	4.69	2.67	vérifié
R377 –R378	29.91	1.00	0.005	86	315	0.02	0.19	0.03	11	0.63	0.23	3.26	1.85	vérifié



R378-R379	27.35	1.00	0.005	86	315	0.02	0.19	0.03	11	0.63	0.23	3.26	1.85	vérifié
R379-R380	27.06	1.00	0.005	86	315	0.02	0.19	0.03	11	0.63	0.23	3.26	1.85	vérifié
R380-R381	32.24	1.00	0.006	69	315	0.01	0.11	0.01	35	0.81	0.48	5.80	3.87	vérifié
R381-R382	21.63	1.00	0.006	69	315	0.01	0.11	0.01	35	0.81	0.48	5.80	3.87	vérifié
R382-R383	25.55	1.00	0.008	85	315	0.02	0.18	0.03	11	0.92	0.34	4.86	2.77	vérifié
R383-R384	34.89	1.00	0.005	104	315	0.04	0.29	0.07	21	0.53	0.12	1.80	1.02	vérifié
R384-R385	36.22	1.00	0.005	104	315	0.04	0.29	0.07	21	0.53	0.12	1.80	1.02	vérifié
R385-R386	38.44	1.00	0.005	104	315	0.04	0.29	0.07	21	0.53	0.12	1.80	1.02	vérifié
R386-R387	35.37	1.00	0.070	258	315	0.67	1.09	0.59	179	1.46	0.10	1.56	0.35	vérifié
R387-R388	22.74	1.00	0.070	258	315	0.67	1.09	0.59	179	1.46	0.10	1.56	0.35	vérifié
R388-R389	15.72	1.00	0.140	335	400	0.62	1.05	0.56	227	1.77	0.22	1.87	1.06	vérifié
R389-R390	19.64	4.50	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.01	1.14	vérifié
R390-R391	30.01	4.00	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.01	1.14	vérifié
R391-R392	13.55	2.25	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.01	1.14	vérifié
R392-R393	18.08	1.00	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.01	1.14	vérifié
R393-R394	29.11	1.00	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.01	1.14	vérifié
R395-R396	11.69	5.00	0.047	153	315	0.09	0.51	0.20	79	0.68	0.54	1.32	0.75	vérifié
R396-R397	30.48	1.14	0.047	202	315	0.18	0.51	0.29	115	0.56	0.26	0.81	0.46	vérifié
R397-R398	26.40	8.28	0.047	139	315	0.19	0.52	0.30	119	1.07	0.24	2.04	1.16	vérifié
R398-R399	25.76	6.44	0.047	146	315	0.07	0.52	0.18	73	0.97	0.70	1.87	1.06	vérifié
R399-R400	29.96	1.00	0.047	207	315	0.08	0.97	0.19	76	2.04	0.61	2.09	1.19	vérifié
R400-R401	26.45	1.00	0.100	275	315	0.41	1.13	0.45	178	1.04	0.24	1.18	0.67	vérifié
R401-R402	22.84	1.00	0.100	275	315	0.41	1.13	0.45	178	1.04	0.24	1.18	0.67	vérifié
R402-R403	22.95	8.34	0.100	184	315	0.41	1.13	0.45	178	1.04	0.24	1.18	0.67	vérifié
R403-R404	50.84	10.2	0.100	178	315	0.14	1.10	0.25	102	1.33	0.70	1.20	0.68	vérifié
R404-R405	36.08	8.70	0.118	127	315	0.15	0.91	0.26	105	2.56	0.78	2.79	1.59	vérifié
R405-R406	29.32	8.58	0.118	127	315	0.16	0.91	0.27	110	2.59	0.71	2.82	1.60	vérifié
R406-R407	14.07	1.00	0.118	293	315	0.17	0.92	0.27	110	2.98	0.71	3.23	1.84	vérifié
R408-R409	37.65	1.68	0.029	157	315	0.09	0.91	0.20	81	2.47	0.31	2.69	1.53	vérifié
R409-R410	23.90	5.91	0.052	154	315	0.09	0.98	0.20	80	2.40	0.59	2.45	1.39	vérifié
R410-R411	27.04	10.4	0.052	139	315	0.07	1.06	0.18	73	1.71	0.78	1.81	1.03	vérifié
R412-R413	12.68	0.20	0.038	259	315	0.35	0.91	0.41	163	2.63	0.10	2.86	1.63	vérifié
R413-R414	13.26	1.00	0.038	191	315	0.16	0.92	0.27	106	2.71	0.24	2.94	1.67	vérifié
R414-R415	14.94	1.00	0.056	221	315	0.23	0.97	0.33	131	2.02	0.24	2.07	1.17	vérifié
R415-R416	19.94	1.00	0.056	221	315	0.23	0.72	0.33	131	2.03	0.24	2.78	1.01	vérifié
R417-R418	32.70	0.20	0.046	278	315	0.42	0.72	0.45	182	2.13	0.10	2.92	1.66	vérifié
R418-R419	26.69	1.00	0.046	205	315	0.19	0.51	0.30	118	1.60	0.24	3.13	1.78	vérifié
R419-R420	21.09	1.00	0.046	205	315	0.19	0.50	0.30	118	1.38	0.24	2.72	1.55	vérifié
R420-R421	23.00	1.00	0.050	212	315	0.21	0.50	0.31	123	0.68	0.24	1.34	0.76	vérifié
R421-R422	20.52	1.00	0.050	212	315	0.21	0.52	0.31	123	0.64	0.24	3.11	1.77	vérifié
R422-R423	13.63	6.30	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.07	1.17	vérifié
R424-R425	32.65	5.38	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.07	1.17	vérifié
R425-R426	47.96	3.30	0.209	390	400	0.94	1.13	0.76	305	1.77	0.22	2.07	1.17	vérifié
R426-R394	42.17	1.00	0.279	435	500	0.69	1.07	0.60	304	2.06	0.40	2.05	1.16	vérifié
R394-R427	18.29	1.00	0.279	435	500	0.69	1.07	0.60	304	2.05	0.40	2.06	1.17	vérifié
R427-R428	26.19	1.00	0.279	435	500	0.69	1.07	0.60	304	2.05	0.40	2.06	1.17	vérifié
R428-R423	17.79	1.00	0.279	435	500	0.69	1.07	0.60	304	0.05	0.40	2.06	1.17	vérifié
R423-R429	17.02	1.00	0.279	435	500	0.69	1.07	0.60	304	2.05	0.40	2.06	1.17	vérifié
R429-R430	16.23	1.00	0.428	511	630	0.65	1.06	0.58	315	2.31	0.65	2.46	1.40	vérifié
R430-R431	17.12	1.00	0.428	511	630	0.65	1.06	0.58	315	2.31	0.65	2.46	1.40	vérifié
R431-R432	24.16	0.50	0.039	223	315	0.45	0.97	0.47	142	1.16	0.08	1.19	0.67	vérifié
R432-R433	15.75	0.50	0.039	223	315	0.45	0.97	0.47	142	1.16	0.08	1.19	0.67	vérifié
R433-R434	20.82	0.50	0.039	223	315	0.45	0.97	0.47	142	1.16	0.08	1.19	0.67	vérifié
R434-R435	8.29	0.50	0.039	223	315	0.45	0.97	0.47	142	1.16	0.08	1.19	0.67	vérifié
R435-R436	12.37	0.50	0.039	223	315	0.45	0.97	0.47	142	1.16	0.08	1.19	0.67	vérifié
R436-R437	22.16	1.00	0.077	290	315	0.91	1.13	0.74	224	1.35	0.08	1.19	0.67	vérifié
R437-R438	25.71	1.00	0.077	290	315	0.91	1.13	0.74	224	1.35	0.08	1.19	0.67	vérifié
R438-R439	20.54	3.00	0.116	337	400	0.63	1.06	0.57	230	1.53	0.18	1.44	0.82	vérifié
R439-R440	29.90	3.00	0.116	337	400	0.63	1.06	0.57	230	1.53	0.18	1.44	0.82	vérifié
R440-R441	22.37	3.00	0.154	376	400	0.85	1.13	0.70	283	1.63	0.18	1.44	0.82	vérifié
R441-R442	21.04	3.00	0.154	376	400	0.85	1.13	0.70	283	1.63	0.18	1.44	0.82	vérifié
R442-R443	15.42	3.00	0.154	376	400	0.85	1.13	0.70	283	1.63	0.18	1.44	0.82	vérifié
R443-R444	21.48	3.00	0.154	376	400	0.85	1.13	0.70	283	1.63	0.18	1.44	0.82	vérifié
R407-R445	38.62	3.00	0.193	409	500	0.58	1.04	0.54	272	1.75	0.32	1.67	0.95	vérifié
R445-R446	42.80	0.30	0.193	409	500	0.58	1.04	0.54	272	1.75	0.32	1.67	0.95	vérifié
R446-R447	58.32	0.30	0.007	90	315	0.04	0.49	0.13	41	1.21	0.17	2.43	1.38	vérifié
R447-R448	13.20	0.30	0.007	90	315	0.04	0.49	0.13	41	1.21	0.17	2.43	1.38	vérifié
R448-R449	13.59	0.30	0.007	90	315	0.04	0.49	0.13	41	1.21	0.17	2.43	1.38	vérifié
R449-R450	71.71	0.30	0.007	90	315	0.04	0.49	0.13	41	1.21	0.17	2.43	1.38	vérifié
R450-R451	31.87	0.30	0.007	90	315	0.04	0.49	0.13	41	1.21	0.17	2.43	1.38	vérifié
R451-R452	24.55	0.30	0.014	117	315	0.08	0.60	0.19	57	1.47	0.17	2.43	1.38	vérifié
R452-R453	13.64	1.00	0.014	117	315	0.08	0.60	0.19	57	1.47	0.17	2.43	1.38	vérifié
R453-R454	26.36	1.00	0.014	117	315	0.08	0.60	0.19	57	1.47	0.17	2.43	1.38	vérifié
R454-R411	44.12	1.00	0.021	125	315	0.09	0.63	0.21	63	1.93	0.21	3.06	1.74	vérifié
R411-R455	32.56	1.00	0.021	125	315	0.09	0.63	0.21	63	1.93	0.21	3.06	1.74	vérifié

R455-R444	55.09	1.00	0.021	125	315	0.09	0.63	0.21	63	1.93	0.21	3.06	1.74	vérifié
R444-R456	82.80	1.00	0.021	125	315	0.09	0.63	0.21	63	1.93	0.21	3.06	1.74	vérifié
R456-R457	46.85	1.00	0.021	125	315	0.09	0.63	0.21	63	1.93	0.21	3.06	1.74	vérifié
R458-R459	17.82	5.00	0.032	133	315	0.06	0.54	0.18	71	2.10	0.54	3.91	2.22	vérifié
R459-R460	18.48	7.61	0.032	123	315	0.05	0.53	0.15	60	1.52	0.67	2.86	1.63	vérifié
R460-R461	12.89	5.37	0.032	131	315	0.06	0.52	0.18	70	1.28	0.56	2.44	1.39	vérifié
R462-R463	32.65	0.20	0.082	345	400	0.75	0.52	0.65	259	1.35	0.10	2.56	1.45	vérifié
R463-R464	19.82	3.81	0.082	198	315	0.17	0.49	0.28	112	2.14	0.47	4.28	2.43	vérifié
R464-R465	24.81	12.2	0.082	160	315	0.10	0.51	0.21	84	1.06	0.85	2.06	1.17	vérifié
R465-R466	38.27	10.3	0.082	165	315	0.10	0.51	0.22	87	1.06	0.78	2.06	1.17	vérifié
R466-R467	32.32	5.15	0.083	189	315	0.15	0.49	0.26	105	0.74	0.55	1.49	0.85	vérifié
R467-R468	7.48	1.00	0.083	256	315	0.34	0.49	0.40	161	0.75	0.24	1.50	0.85	vérifié
R468-R469	6.24	1.00	0.083	256	315	0.34	0.49	0.40	161	0.75	0.24	1.50	0.85	vérifié
R469-R470	16.28	9.88	0.089	171	315	0.12	0.72	0.23	92	1.49	0.76	2.06	1.17	vérifié
R470-R471	20.41	13.1	0.089	163	315	0.10	0.73	0.21	85	2.02	0.88	2.77	1.58	vérifié
R471-R472	23.74	12.9	0.090	164	315	0.10	0.49	0.22	87	1.51	0.87	3.03	1.72	vérifié
R472-R473	17.44	3.28	0.090	212	315	0.21	0.50	0.31	123	1.76	0.44	3.47	1.97	vérifié
R473-R474	11.35	7.35	0.090	182	315	0.14	0.51	0.25	100	2.06	0.66	4.03	2.29	vérifié
R475-R476	25.43	0.20	0.029	234	315	0.27	0.83	0.35	141	1.41	0.24	1.69	0.96	vérifié
R476-R477	27.49	1.00	0.029	173	315	0.12	0.72	0.23	93	2.03	0.24	2.81	1.60	vérifié
R477-R478	23.80	1.00	0.052	215	315	0.21	0.72	0.31	125	2.02	0.24	2.79	1.59	vérifié
R478-R479	17.86	1.00	0.052	215	315	0.21	0.72	0.31	125	2.02	0.24	2.79	1.59	vérifié
R479-R461	28.29	1.00	0.052	215	315	0.21	0.72	0.31	125	2.02	0.24	2.79	1.59	vérifié
R461-R480	18.90	1.00	0.077	249	315	0.32	0.52	0.39	155	1.73	0.24	3.32	1.89	vérifié
R480-R481	18.78	1.00	0.077	249	315	0.32	0.52	0.39	155	1.73	0.24	3.32	1.89	vérifié
R481-R482	12.50	1.00	0.077	249	315	0.32	0.52	0.39	155	1.73	0.24	3.32	1.89	vérifié
R482-R483	7.12	1.00	0.077	249	315	0.32	0.52	0.39	155	1.73	0.24	3.32	1.89	vérifié
R483-R484	8.07	1.00	0.077	249	315	0.32	0.52	0.39	155	1.73	0.24	3.32	1.89	vérifié
R484-R485	12.21	1.00	0.077	249	315	0.35	0.52	0.41	163	1.82	0.24	3.49	1.98	vérifié
R485-R486	29.41	1.00	0.085	259	315	0.35	0.52	0.41	163	1.82	0.24	3.49	1.98	vérifié
R487-R488	48.42	5.00	0.114	214	315	0.21	0.73	0.31	124	1.22	0.54	1.68	0.95	vérifié
R488-R489	34.44	1.08	0.114	285	315	0.14	0.72	0.25	102	1.38	0.80	1.90	1.08	vérifié
R489-R490	20.72	1.70	0.114	261	315	0.11	0.72	0.23	91	1.30	1.00	1.80	1.02	vérifié
R490-R491	23.20	5.00	0.114	214	315	0.21	0.72	0.31	124	1.02	0.54	1.21	0.68	vérifié
R491-R486	27.05	5.00	0.114	214	315	0.21	0.72	0.31	124	1.02	0.54	1.21	0.68	vérifié
R486-R492	26.65	1.92	0.275	355	400	0.31	0.83	0.38	154	1.02	0.87	1.21	0.68	vérifié
R492-R493	41.78	4.95	0.275	298	315	0.51	0.71	0.50	202	1.01	0.54	1.41	0.80	vérifié
R493-R494	42.04	1.36	0.275	379	400	0.31	0.72	0.38	152	1.05	0.90	1.44	0.82	vérifié
R494-R495	36.03	1.00	0.309	420	500	0.31	0.72	0.38	152	1.05	0.24	1.44	0.82	vérifié
R495-R496	26.71	9.00	0.244	254	315	0.33	0.51	0.40	159	1.25	0.73	2.43	1.38	vérifié
R496-R497	19.57	16.6	0.244	227	315	0.25	0.55	0.34	135	2.16	0.99	4.05	2.30	vérifié
R497-R498	34.79	17.0	0.244	226	315	0.24	0.52	0.33	285	0.78	1.00	1.47	0.83	vérifié
R498-R499	35.31	1.37	0.244	362	400	0.86	0.53	0.71	329	1.67	0.28	3.10	1.76	vérifié
R499-R500	19.72	1.00	0.244	384	400	1.00	0.53	0.82	195	1.67	0.24	3.10	1.76	vérifié
R500-R501	25.09	4.33	0.244	291	315	0.48	0.51	0.49	329	1.30	0.50	2.43	1.38	vérifié
R501-R502	44.08	1.00	0.244	384	400	1.00	0.51	0.82	329	1.30	0.24	2.43	1.38	vérifié
R502-R503	25.72	1.00	0.244	384	400	1.00	0.52	0.82	249	0.76	0.24	1.47	0.83	vérifié
R503-R504	32.03	1.99	0.244	338	400	0.71	0.51	0.62	217	0.93	0.34	1.79	1.02	vérifié
R504-R505	43.20	3.06	0.244	311	315	0.57	0.54	0.54	186	0.87	0.42	1.68	0.95	vérifié
R505-R506	45.99	5.12	0.244	283	315	0.44	0.54	0.47	172	1.89	0.55	3.49	1.98	vérifié
R506-R507	30.52	3.04	0.244	312	315	0.44	0.54	0.47	172	1.89	0.42	3.49	1.98	vérifié
R508-R509	24.93	5.00	0.070	178	315	0.82	0.51	0.69	138	1.94	0.08	3.59	2.04	vérifié
R509-R510	24.30	4.97	0.070	178	315	0.82	0.51	0.69	138	1.94	0.08	3.59	2.04	vérifié
R510-R511	19.95	3.30	0.070	192	315	0.56	0.50	0.53	133	0.52	0.12	1.00	0.57	vérifié
R511-R512	23.33	3.20	0.070	193	315	0.56	0.51	0.54	134	0.93	0.12	1.00	0.57	vérifié
R512-R301	20.98	4.09	0.070	185	315	0.50	0.52	0.50	125	1.28	0.14	1.85	1.05	vérifié
R301-R513	40.63	1.70	0.033	235	315	0.52	1.01	0.51	153	2.43	0.17	2.47	1.40	vérifié
R513-R514	21.00	1.00	0.033	235	315	0.52	1.01	0.51	153	2.43	0.17	2.47	2.47	vérifié
R514-R515	18.20	1.00	0.033	235	315	0.52	1.01	0.51	153	2.43	0.17	2.47	2.47	vérifié
R515-R516	20.78	1.00	0.033	235	315	0.52	1.01	0.51	153	2.43	0.17	2.47	2.47	vérifié
R516-R517	54.07	1.00	0.048	281	315	0.84	1.12	0.70	211	2.91	0.20	3.28	1.86	vérifié
R517-R518	49.70	1.00	0.048	281	315	0.84	1.12	0.70	211	2.91	0.20	3.28	1.86	vérifié
R518-R519	83.83	1.00	0.048	281	315	0.84	1.12	0.70	211	2.91	0.20	3.28	1.86	vérifié
R519-R520	47.45	1.00	0.017	250	315	0.61	1.05	0.56	168	2.29	0.16	2.41	1.37	vérifié
R520-R521	90.50	1.00	0.017	250	315	0.61	1.05	0.56	168	2.29	0.16	2.41	1.37	vérifié
R521-R522	48.49	0.50	0.013	423	500	0.64	1.06	0.57	288	2.88	0.56	3.06	1.74	vérifié
R522-R523	47.61	0.50	0.013	423	500	0.64	1.06	0.57	288	2.88	0.56	3.06	1.74	vérifié
R523-R524	49.30	0.50	0.013	423	500	0.64	1.06	0.57	288	2.88	0.56	3.06	1.74	vérifié
R524-R525	44.03	0.50	0.013	423	500	0.64	1.06	0.57	288	2.88	0.56	3.06	1.74	vérifié
R525-R526	43.80	0.50	0.017	493	500	0.96	1.14	0.78	390	3.22	0.63	3.67	2.09	vérifié
R526-R527	48.05	3.00	0.017	493	500	0.96	1.14	0.78	390	3.22	0.63	3.67	2.09	vérifié
R527-R528	52.21	3.00	0.017	493	500	0.96	1.14	0.78	390	3.22	0.63	3.67	2.09	vérifié
R528-R529	46.98	3.00	0.017	493	500	0.96	1.14	0.78	319	3.22	0.63	3.67	2.09	vérifié
R529-R530	43.06	1.00	0.060	269	315	0.75	1.09	0.64	194	5.02	0.32	4.59	2.61	vérifié
R530-R531	50.05	1.00	0.060	269	315	0.75	1.09	0.64	194	5.02	0.32	4.59	2.61	vérifié

R531 –R532	43.84	1.00	0.060	269	315	0.75	1.09	0.64	194	5.02	0.32	4.59	2.61	vérifié
R532 –R457	35.58	1.70	0.033	401	500	0.55	1.03	0.53	264	4.56	0.89	4.70	2.67	vérifié
R457 –R533	23.93	1.70	0.033	401	500	0.55	1.03	0.53	264	4.56	0.89	4.70	2.67	vérifié
R533 –R534	18.66	1.70	0.033	401	500	0.55	1.03	0.53	264	4.56	0.89	4.70	2.67	vérifié
R534 –R535	34.64	1.70	0.033	401	500	0.55	1.03	0.53	264	4.56	0.89	4.70	2.67	vérifié
R535 –R536	20.06	1.70	0.033	401	500	0.55	1.03	0.53	264	4.56	0.89	4.70	2.67	vérifié
R536 –R537	22.06	5.23	0.020	268	315	0.74	1.08	0.63	191	2.51	0.18	2.74	2.70	vérifié
R537 –R538	42.63	5.23	0.020	268	315	0.74	1.08	0.63	191	2.51	0.18	2.74	2.70	vérifié
R538 –R539	41.94	3.00	0.020	268	315	0.74	1.08	0.63	191	2.51	0.18	2.74	2.70	vérifié
R539 –R540	45.39	3.00	0.023	277	315	0.81	1.11	0.68	204	2.72	0.19	3.03	1.72	vérifié
R540 –R507	24.32	3.00	0.040	294	315	0.95	1.13	0.76	230	3.55	0.25	4.05	2.30	vérifié
R507 –R541	31.08	3.00	0.030	327	315	0.85	1.04	0.54	218	3.73	0.49	3.89	2.21	vérifié
R541 –R542	55.69	3.00	0.030	327	315	0.85	1.04	0.54	218	3.73	0.49	3.89	2.21	vérifié
R542 –R543	38.80	1.00	0.030	327	315	0.85	1.04	0.54	218	3.73	0.49	3.89	2.21	vérifié
R543 –R544	47.65	1.00	0.030	327	315	0.85	1.04	0.54	218	3.73	0.49	3.89	2.21	vérifié
R544 –R545	46.95	1.00	0.332	332	400	0.61	1.05	0.56	224	4.30	0.54	4.53	0.58	vérifié
R545 –R546	44.00	1.00	0.332	332	400	0.61	1.05	0.56	224	4.30	0.54	4.53	0.58	vérifié
R546 –R547	45.18	1.00	0.332	332	400	0.61	1.05	0.56	224	4.30	0.54	4.53	0.58	vérifié
R547 –R548	42.66	1.00	0.121	336	400	0.63	1.05	0.57	228	1.52	0.19	1.61	0.91	vérifié
R548 –R549	47.10	1.00	0.121	336	400	0.63	1.05	0.57	228	1.52	0.19	1.61	0.91	vérifié
R549 –R550	47.27	1.00	0.161	374	400	0.84	1.12	0.70	280	1.52	0.19	1.74	0.99	vérifié
R550 –R551	39.97	1.00	0.172	384	400	0.90	1.13	0.73	294	1.52	0.19	1.74	0.99	vérifié
R551 –R552	41.63	1.00	0.172	384	400	0.90	1.13	0.73	294	1.52	0.19	1.74	0.99	vérifié
R552 –R553	52.13	1.00	0.172	384	400	0.90	1.13	0.73	294	1.52	0.19	1.74	0.99	vérifié
R553 –R554	48.39	0.50	0.172	384	400	0.90	1.13	0.73	294	1.52	0.19	1.73	0.98	vérifié
R554 –R555	49.55	0.50	0.183	393	400	0.95	1.13	0.77	309	1.52	0.19	1.74	0.98	vérifié
R555 –R556	44.42	0.50	0.195	353	400	0.71	1.08	0.62	250	2.15	0.27	2.33	1.32	vérifié
R556 –R557	44.31	0.50	0.195	353	400	0.71	1.08	0.62	250	2.15	0.27	2.33	1.32	vérifié
R557 –R558	45.04	0.50	0.195	353	400	0.71	1.08	0.62	250	2.15	0.27	2.33	1.32	vérifié
R558 –R559	45.63	0.50	0.367	448	500	0.74	1.09	0.64	321	2.50	0.49	2.73	1.55	vérifié
R559 –R560	43.03	0.50	0.367	448	500	0.74	1.09	0.64	321	2.50	0.49	2.73	1.55	vérifié
R560 –R561	33.22	0.50	0.098	273	315	0.77	1.10	0.66	198	1.96	0.24	3.40	1.93	vérifié
R561 –R562	32.50	0.50	0.098	273	315	0.77	1.10	0.66	198	1.96	0.24	3.40	1.93	vérifié
R562 –R563	18.30	0.50	0.117	229	315	0.48	0.99	0.49	147	3.37	0.24	3.40	1.93	vérifié
R563 –R564	18.62	1.33	0.137	309	315	0.50	1.00	0.50	200	2.15	0.27	2.16	1.23	vérifié
R564 –R565	32.30	1.33	0.137	309	315	0.50	1.00	0.50	200	2.15	0.27	2.16	1.23	vérifié
R565 –R566	7.38	1.33	0.156	308	315	0.49	1.00	0.49	199	2.48	0.31	2.48	1.41	vérifié
R566 –R567	34.79	1.33	0.156	308	315	0.49	1.00	0.49	199	2.48	0.31	2.48	1.41	vérifié
R567 –R568	35.01	1.00	0.584	455	500	0.77	1.10	0.66	331	3.81	0.75	4.21	1.25	vérifié
R568 –R569	38.38	1.00	0.584	455	500	0.77	1.10	0.66	331	3.81	0.75	4.21	1.25	vérifié
R569 –R570	41.95	1.00	0.880	524	630	0.69	1.07	0.61	366	4.46	1.26	4.80	2.73	vérifié
R570 –R571	23.82	1.00	0.880	524	630	0.69	1.07	0.61	366	4.46	1.26	4.80	2.73	vérifié
R571 –R572	24.72	1.00	0.880	524	630	0.69	1.07	0.61	366	4.46	1.26	4.80	2.73	vérifié
R572 –R573	30.01	1.00	1.191	928	1000	0.81	1.09	0.68	689	1.46	1.86	2.05	1.16	vérifié
R573 –R574	28.36	1.00	1.191	928	1000	0.81	1.09	0.68	689	1.46	1.86	2.05	1.16	vérifié
R574 –R575	30.43	1.00	1.206	932	1000	0.82	1.10	0.69	693	1.46	1.86	2.05	1.16	vérifié
R575 –R130	25.53	1.00	1.206	932	1000	0.82	1.10	0.69	693	1.46	1.86	2.05	1.16	vérifié

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le côté hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et d'eaux pluviales.

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



# **CHAPITRE VI :**

**Les éléments  
constitutifs du  
réseau**

## Chapitre VI : Les éléments constitutifs du réseau

### Introduction :

Le réseau d'assainissement a pour but la collecte des eaux usées et pluviales, et par conséquent la protection du milieu naturel.

Afin d'accomplir au mieux ses objectifs, le réseau d'assainissement se compose de plusieurs ouvrages dont on distingue :

Les ouvrages principaux : constituant l'ensemble du réseau depuis l'entrée de l'effluent jusqu'à sa sortie vers la station d'épuration.

Les ouvrages annexes : qui comprennent toutes les installations menant à une exploitation rationnelle du réseau tels : les regards, les bouches d'égout, les déversoirs d'orages, ...etc.

### 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 :

Ce sont les éléments principaux du système d'évacuation, présentés sous diverses formes :

- Les conduites circulaires : définies par leurs diamètres nominaux en mm.
- Les conduites ovoïdes : désignées par leurs hauteurs intérieures en cm.

➔ Dans notre projet nous adoptons pour les canalisations de forme circulaire.

#### VI.1 .2 Formes et sections de conduites :

- Conduites circulaires : les conduites à section circulaire sont désignées par leurs diamètres nominaux en mm
- Conduites ovoïdes : Ces conduites sont utilisées pour remplacer les conduites circulaires de diamètre supérieur à 800 mm généralement, et cela afin d'éviter le problème d'auto curage.

### VI.1.3 Critères du choix de conduite :

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

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

### VI.1.4 Types de matériaux :

#### VI.1.4.1 Conduite en fonte :

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

#### VI.1.4.2 Conduite en amiante ciment :

Les conduites en amiante ciment à utiliser sont celles de la série « assainissement » du type sans emboitement. Le revêtement intérieur de la paroi est à base d'enduit antiacide. Les diamètres couramment utilisés varient de 80 à 500 mm . Les longueurs utiles varient de 0,5 à 5 m.

#### ❖ Joints :

Pour assembler ces types de conduites, on utilise les joints sans emboitement. On distingue :

- Le joint « Everitube »
- Le joint « Eternit », fabriqué pour l'assemblage des conduites à bout lisses.

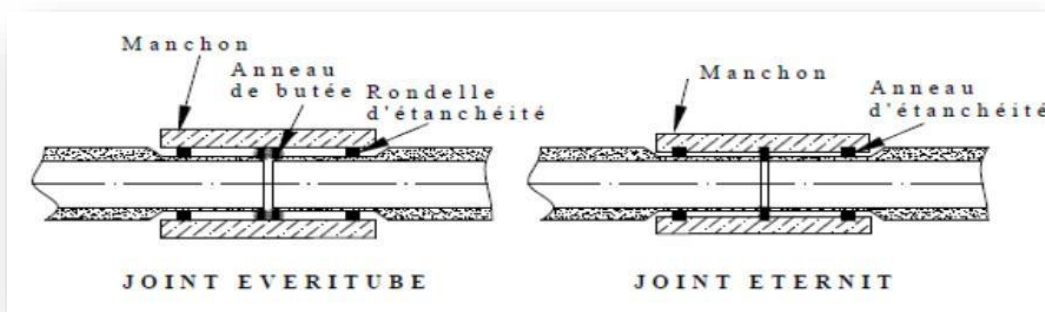


Figure VI.1 : Joints sur tuyaux en amiante ciment

### VI.1.4.3 Conduite en grès :

Les conduites sont livrables en longueur utiles de 1,0 m ; 1,5 m et 2,0 m. l'essai à l'épreuve d'étanchéité s'effectue :

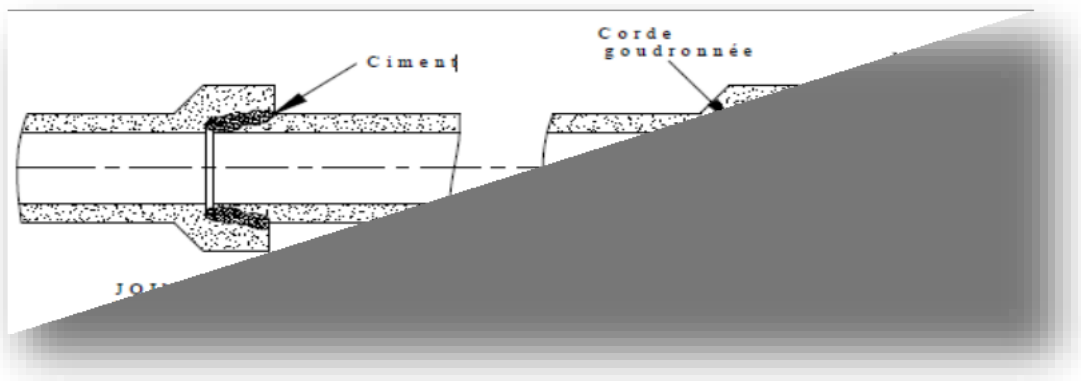
- Soit sous une pression de 1 bar pendant 30 mn.
- Soit sous une pression de 3 bars pendant 30 sec.

La résistance à l'écrasement se calcule par la relation suivante :  $P(\text{da N/m}) = \frac{\text{la charge maximale d'essai}}{\text{longueur et la durée de l'action}}$ .

#### ❖ Joints :

L'assemblage de ces conduites s'effectue par trois sortes de joints :

- Joints au mortier de ciment.
- Joints avec corde goudronnée et mortier de ciment
- Joints à double anneaux.



**Figure VI.2:** Joints sur tuyau en grès

### VI.1.4.4 Conduite en matière plastique :

Les conduites en plastique sont résistantes à la corrosion inertes et stables vis-à-vis de nombreux réactifs chimiques. On peut distinguer :

- Les conduites en matières thermodurcissables.
- Les conduites en matières thermoplastiques.

❖ **Joints :** Ces conduites peuvent être assemblées soit par collage, soit par bagues d'étanchéité.

#### VI.1.4.5 Conduite en béton armé :

##### ❖ Nature du matériau :

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

- Génératrices disposées en parallèle le long de la canalisation.
- Cercles disposés de telle façon à former les grilles avec les génératrices.

##### ❖ Fabrication :

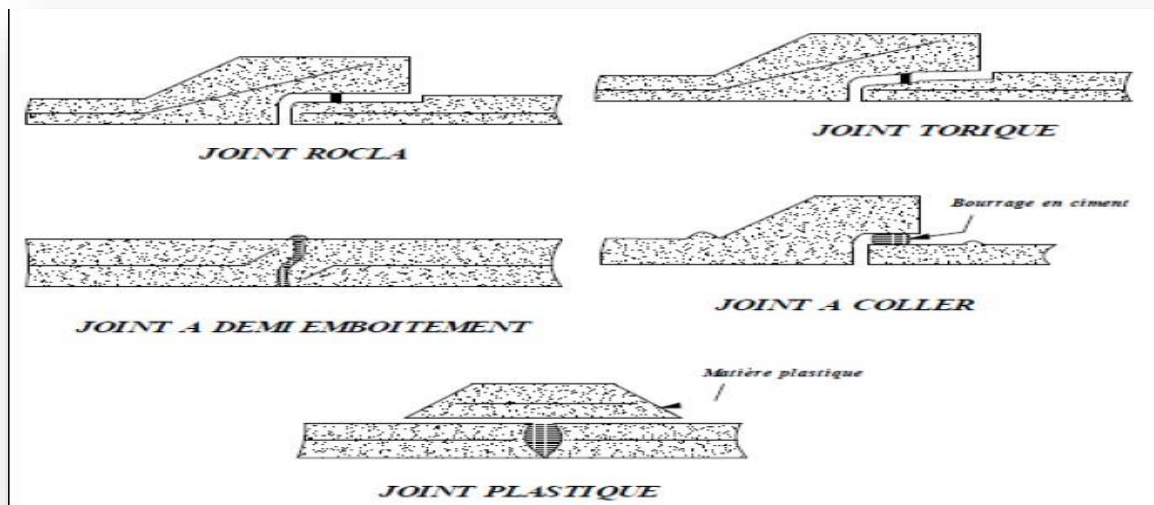
On dispose de trois procédés de fabrication :

- La vibration : les conduites vibrées sont fabriquées à l'aide de trois dispositifs :
  - Vibrateurs fixe ou mobiles.
  - Table vibrante.
  - Noyau vibrant.
- La centrifugation : permet le coulage du béton en présence d'armatures, dans un moule animé d'une vitesse de rotation variable.
- Le compactage : les conduites compactées ne sont généralement pas armées, pour un diamètre de 100 à 1200 mm.

##### ❖ Joints :

Afin d'assembler les conduites en béton armé ou non armé, on a cinq types de joints :

- Joint à 1/2 emboitement.
  - Joint à coller.
  - Joint plastique.
  - Joint type Rocla.
  - Joint torique.
- ➔ Pour notre projet, les conduites utilisées seront en béton armé de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent :
- Etanchéité primordiale.
  - Résistance attaques chimiques.
  - Bonne résistance mécanique.
  - Leur bonne stabilité dans les tranchées.
  - Pose et assemblage facile.
  - La disponibilité sur le marché national.



**Figure VI.3:** Joints sur tuyaux en béton

→ Pour notre projet, nous avons choisi ce type pour les conduites, vu les avantages qu'elles présentent :

- Bonne étanchéité.
- Bonne résistance mécanique.
- Bonne stabilité dans les tranchées.
- Pose et assemblage facile.
- Disponibilité sur le marché national.

#### **VI.1.5 Les essais de conduites préfabriqués :**

Pour assurer le bon fonctionnement des conduites préfabriquées, de nombreux essais s'imposent notamment les essais à l'écrasement, à l'étanchéité, et à la corrosion.

##### **VI.1.5.1 Essai à l'écrasement :**

L'essai à l'écrasement se fait par presse automatique avec enregistrement des efforts, ils doivent être répartis uniformément sur la génératrice supérieure de la conduite.

##### **VI.1.5.2 Essai d'étanchéité :**

L'essai d'étanchéité est obligatoire à l'usine et sur chantier.

- A l'usine : La conduite est maintenue debout (béton) remplie d'eau, la diminution du niveau de ce dernier, ne doit pas dépasser 2 cm en 24 heures.

- Sur chantier : Un des trois essais peut être envisagé :
  - L'essai à l'eau : effectué pendant 30 min pour les faibles diamètres ; ainsi que pour les joints, la pression est augmentée jusqu'à 3 bars.
  - L'essai à la fumée : cet essai ne peut être effectué qu'en absence de vent et que si la conduite n'est pas humide.
  - L'essai à l'air sous pression : sous pression d'un bar pendant 30 minutes, et sous une pression de 0.5 bar durant 3 minutes, pour les conduites circulaires.

#### **VI.1.5.3 Essai de corrosion (chimique) :**

Les conduites en béton ou en amiante ciment, sont les plus utilisées et les plus gravement corrodées par l'hydrogène sulfuré. La destruction du béton commence par la baisse de PH superficiel suite au lessivage de la chaux en excès et à la carbonatation de la surface par le gaz carbonique.

L'épreuve de corrosion se fait par l'addition de différents acides (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique). Après le lavage à l'eau douce et l'assèchement à l'étuve, on pèse l'échantillon. Les surfaces de la paroi interne ne doivent pas être alternées.

#### **VI.1.6 Les remèdes :**

Les remèdes qu'il est possible de proposer pour lutter contre l'action des sulfures sont de deux natures :

- Remèdes hydrauliques.
- Remèdes Chimiques.

#### **VI.1.7 Pose de canalisation :**

##### **VI.1.7.1 Les conditions de pose :**

Les principales conditions exigées lors de la pose des canalisations, sont les suivantes :

- La canalisation doit être enterrée sous une couverture d'au moins 80 cm au départ.
- Les canalisations d'eau usée et pluviale sont souvent posées en parallèles dans la même tranchée, mais elles sont décalées de 30 à 40 cm.
- 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 placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches,

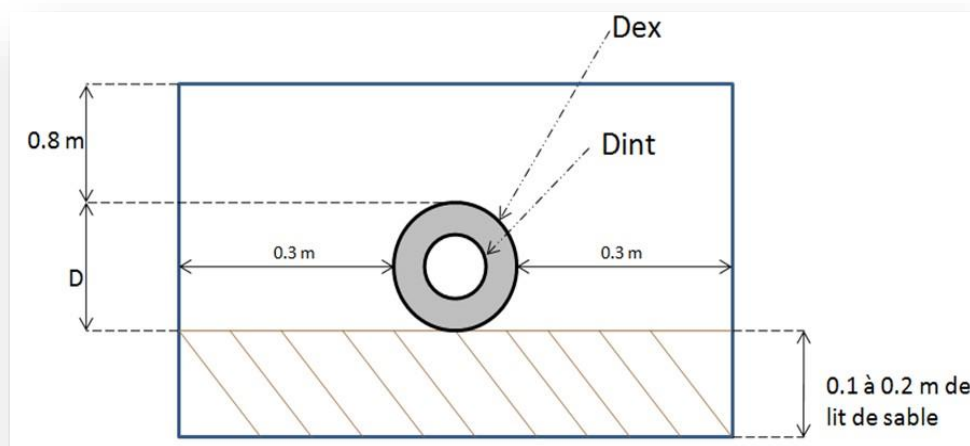
- D'éliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, Vieilles maçonneries, ...) qui constituent des tasseaux naturels .

### VI.1.7.2 Les modes de pose :

Le mode de pose des canalisations diffère selon la nature du terrain.

#### ❖ Terrain normale :

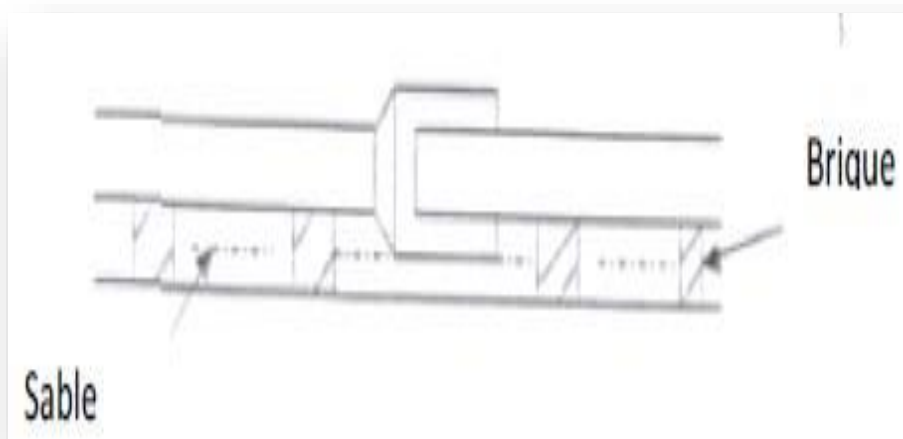
Dans ce type de terrain, la canalisation doit être posée sur un lit de sable de 10 ou 20 cm.



**Figure VI.4:** Pose de canalisation dans un terrain ordinaire

#### ❖ Mauvais terrain :

Dans les terrains peu consistants, la canalisation doit reposer sur deux briques posées au fond et le vide sera rempli de sable.



**Figure VI.5:** Pose de canalisation sur un mauvais terrain



**❖ Terrain très mauvais :**

Dans ce type de terrain une dalle en béton préfabriqué doit être envisagé au fond de la tranchée.

➔ Pour notre projet, nous avons choisi le type de pose de canalisation dans un terrain ordinaire, vu que le terrain est plat.

**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 à considérés selon deux types distincts :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

**VI.2.1 Les ouvrages normaux :**

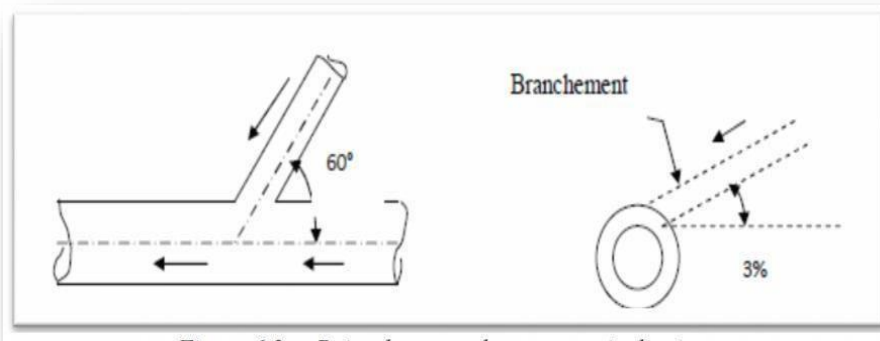
Les ouvrages normaux, sont les ouvrages courants, qui sont indispensable en amont ou au cours des réseaux, ils assurent généralement la fonction recette des effluents.

On les divise en trois catégories :

**VI.2.1 .1 Les branchements particuliers :**

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

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



**Figure VI.6 :** Exemple d'un branchement simple

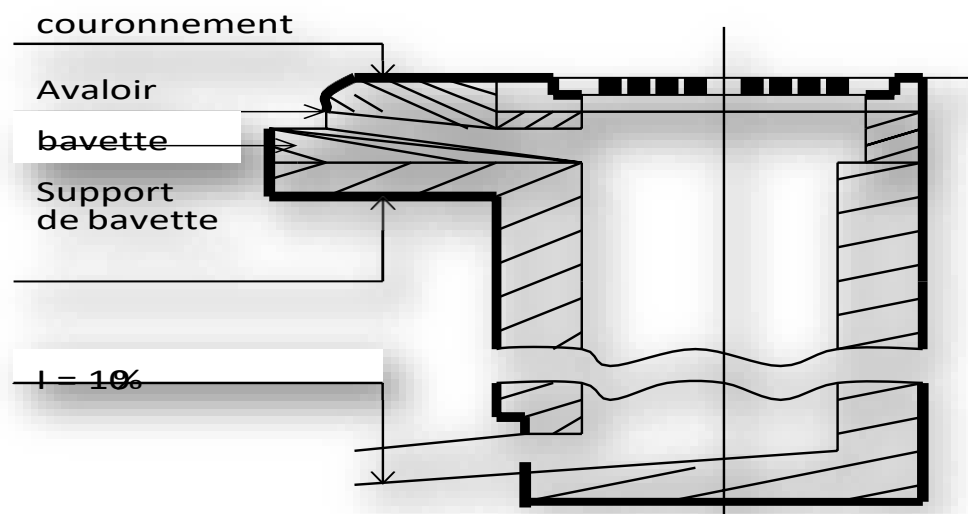
### VI.2.1 .2 Les bouches d'égout :

Les bouches d'égout, appelés aussi regard de chaussée. Elles servent pour l'absorption du ruissellement d'eau pluvial vers le collecteur, et sont placées tous les 50 m.

Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption par le bas), soit dans la chaussée (absorption par le haut).

On peut classer les bouches d'égout selon le recueil des eaux, en cinq types :

- **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique** : Ce type de bouche d'égout, permet l'entrée des eaux dans le réseau, soit au moyen d'un siphon, soit directement par surverse au-dessus du seuil du puisard de décantation.
- **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique** : Afin d'évacuer l'eau, un entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.
- **Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton** : Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.
- **Les bouches d'égout à avaloir métallique grille et couronnement combiné** : Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.
- **La bouche d'égout à grille seule** : Les bouches d'égout à grille seule, s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

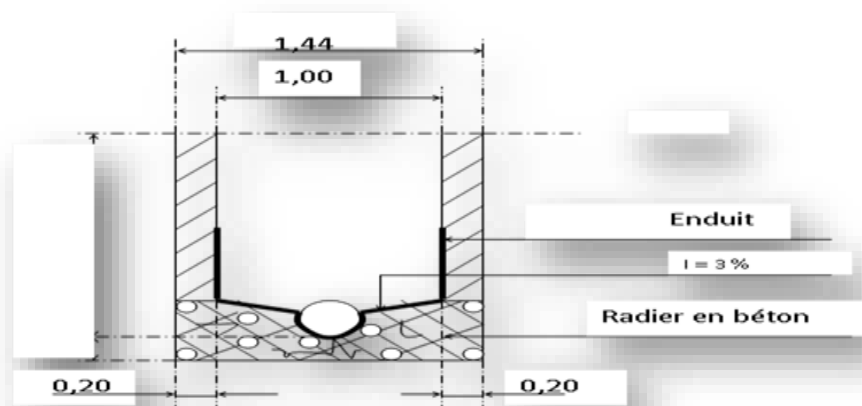


**Figure VI.7 :** Exemple d'une bouche d'égout sans décantation

## VI.2.2 Les ouvrages spéciaux.

### VI.2.2 .1 Les regards :

Les regards sont des dispositifs donnant accès à l'ensemble du système d'assainissement, et à cet effet, permettent de contrôler et d'entretenir ce dernier plus facilement.



**Figure VI.8 :** Exemple d'un regard simple

#### ❖ Fonctions :

Dans le système d'assainissement le regard a quatre fonctions principales, il permet de :

- Réaliser des coudes de 90 degrés (au niveau de la canalisation).
- Insérer des accessoires de nettoyage à tout moment.

- Contrôler toutes les parties composantes du dispositif d'assainissement.
- Surveiller et entretenir l'ensemble du système d'assainissement.

#### ❖ **Emplacement :**

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- A tous les points de jonctions.
- Au changement de direction.
- Au changement de pente de canaux.
- Aux points de chute.

#### ❖ **Types de regards :**

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

- **Regard de visite :** ce sont des regards installés tous les 30 à 50 m le long du collecteur. Leurs dimensions sont fonction du diamètre à utiliser. Ils servent d'accès à l'intérieur du collecteur en cas d'entretien et de réparation.
- **Regard de ventilation :** La présence d'air dans les égouts, est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydrogène.
- **Regards simples de jonction :** Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections, ils sont construits de telle manière à avoir :
  - Une bonne aération des collecteurs en jonction (regard).
  - Les dénivelées entre les radiers des collecteurs.
  - Une absence de reflux d'eau par temps sec.
  - Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur.
- **Regard de chute :** Ces regards sont utilisés en cas de forte pente et sont très utiles pour la gestion de réseau ; la distance entre regards est variable :
  - De 30 à 50 m en terrain accidenté.
  - De 50 à 80 m en terrains plats.
- **Les regards de toboggan :** ces regards sont utilisés en cas d'exhaussement des remous.
- **Les regards latéraux :** ils sont placés latéralement par rapport à l'axe du collecteur, lorsque le diamètre est important.

- **Les regards doubles** : sont utilisés dans le cas d'un système séparatif, recevant la conduite d'eau pluvial et la conduite d'eau usées.

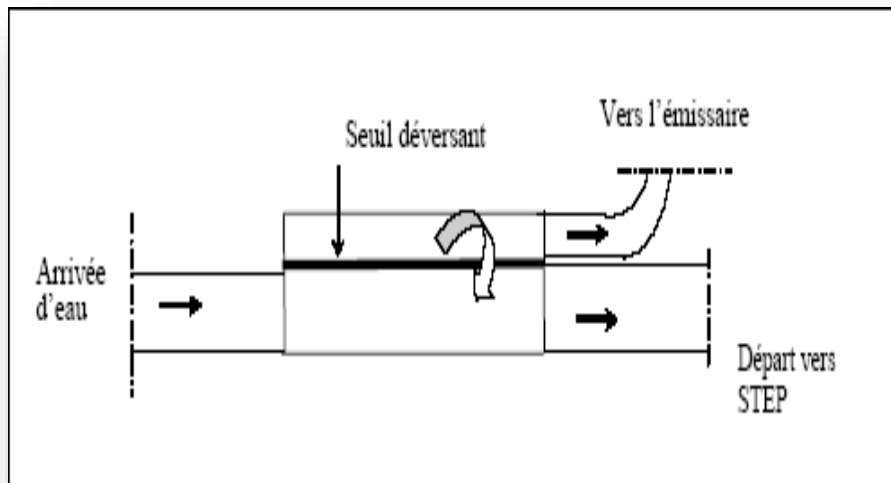
Pour notre agglomération, nous utiliserons dans tout le réseau des regards de visite ainsi que ceux de jonction. Les regards de jonction seront espacés de 30 à 45m et les regards de visite seront espacés de 60m.

### VI.2.2.2 les déversoirs d'orage :

Les déversoirs d'orage sont des ouvrages utilisés sur le réseau d'évacuation des eaux des agglomérations possédant un réseau unitaire. Ils permettent de rejeter une partie des effluents dans le milieu naturel ou dans un bassin de rétention, sans passer par la station d'épuration. On distingue plusieurs types de déversoirs :

#### ❖ Déversoirs à seuil latéral :

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



**Figure VI.9** : Déversoir à seuil latéral pur, vue de dessus

#### ❖ Déversoir à seuil latéral et conduite aval étranglée :

Pour le calcul de cet ouvrage il faut que l'écoulement en amont soit fluvial. La présence d'un seuil élevé (marge de sécurité) conduit à la formation d'un ressaut dans la conduite d'amenée. Les vannes 66 utilisées sur les conduites de décharges peuvent être manipulées en fonction du débit transité par le déversoir.

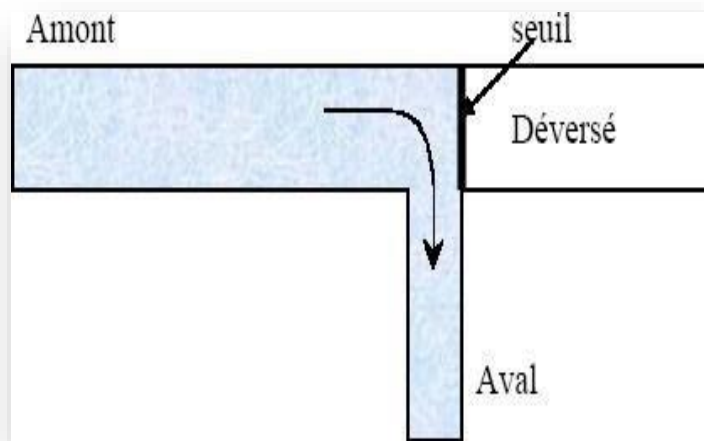
**❖ Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre :**

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

Ce type de déversoir assurera un débit aval constant quel que soit le débit déversé.

**❖ Déversoirs à seuil frontal :**

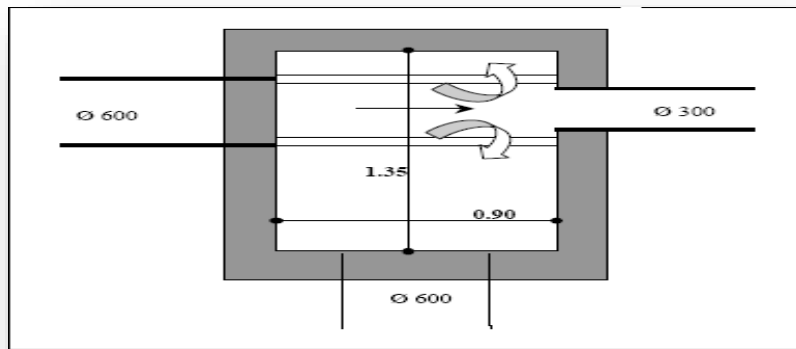
Le seuil est alors rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement. Parmi les déversoirs à seuils frontaux, on peut encore établir une sous-catégorie selon la présence ou non d'une contraction au niveau du seuil, selon la mise en charge de la conduite aval et selon l'orientation de cette même conduite par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



**Figure VI.10:** Déversoir frontal

**❖ Déversoirs à seuil double :**

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



**Figure VI.11:** Déversoir à seuil double

❖ **Déversoir d'orage à ouverture du fond :**

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

❖ **Dimensionnement des déversoirs d'orage et leurs emplacements:**

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

**-Mode de calcul :**

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

On doit adopter :

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

$$Q_T = Q_P + Q_{US} \quad (\text{VI.1})$$

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

$$Q_{ST} = d \times Q_{US} \quad (\text{VI.2})$$

d : représente la dilution (d=3).

-Le débit rejeté vers l'oued :

$$Q_R = Q_T - Q_{ST}$$

-la hauteur de la lame déversée (Hr)

- La longueur du seuil, déversant (L).
- Déversoirs d'orage (1) type latéral :
  - Diamètre d'entrée :  $D_e = 1200 \text{ mm}$
  - Débit total à l'entrée :  $Q_t = 1.445 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Débit à pleine section :  $Q_{ps} = 1.937 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Débit de pointe allant vers la station :  
 $Q_{ST} = 3Q_{US}$   
 $= 0.0297 * 3 = 0,0891 \text{ m}^3/\text{s}$

### Calcul du coefficient de retardement

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

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

$tc =$  temps de concentration (mn)  $tc = 15$   
mn

Donc  $Z = 0.85$

### Calcul du débit pluvial corrigé :

$$Q_{pl.cor} = Z * Q_{pl} = 0.85 * 1.415 = 1.202 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit total :

$$Q_t = Q_{pl.cor} = 1.202 \text{ m}^3/\text{s}$$

Débit rejeté vers l'oued:

$$Q_R = 1.112 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hauteur d'eau à l'entrée :

$$H_e = 777 \text{ mm}$$

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

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

$$RQ = \frac{Q_{st}}{Q_p} \quad \text{Et} \quad R_h = \frac{H_{st}}{D_e}$$



### D'après l'organigramme :

$$RQ = 0,74 \quad \text{et} \quad Rh = 0,68$$

$$H_{st} = De \cdot Rh = 400 \cdot 0,68 = 272 \text{ mm}$$

$$HST = 272 \text{ mm}$$

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

$$HST = HST + 20\% \quad HST = 326,4 \text{ mm}$$

### Hauteur de la lame déversante :

$$H_d = \frac{H_e - H_{st}}{2} = \frac{777 - 272}{2} = 252 \text{ mm}$$

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

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

### Détermination de seuil déversant :

On applique la formule de BAZIN :

$$Q_d = 2/3 \mu L \sqrt{2g} H_d^{3/2}$$

(VI.3)

Avec :

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

$L$  : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversante)

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

$H_d$  : La hauteur de charge en m au-dessus du seuil du déversoir Donc

$$L = \frac{3}{2} \frac{Q_d}{0,6 \sqrt{2g} (H_d)^{1,5}} \quad \text{(VI.4)}$$

$$L = \frac{3}{2} \frac{1,112}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81} (0,252)^{1,5}} = 5,05 \text{ m}$$

**Conclusion :**

Afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation des eaux usées et pluviales, il est nécessaire de faire un bon choix en matière de canalisation et de joint.

De plus, pour une exploitation rationnelle de ce réseau d'assainissement, pour faciliter les opérations de curage et enfin pour éviter quelques problèmes techniques tels l'obstruction, on doit projeter des ouvrages annexes qui seront convenablement dimensionnés.

# **CHAPITRE VII :**

## **Organisation de chantier**

## Chapitre VII : Organisation de chantier

### Introduction :

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possible les travaux à exécuter avant d'aller sur chantier et avant le commencement de la réalisation. Pour cela il faut toujours commencer par la partie théorique et ensuite la partie pratique.

Dans le but de rechercher la rapidité, la qualité, et l'économie dans la réalisation de notre projet, on s'est principalement basé sur l'organisation de chantier qui ordonne le déroulement de nos travaux et nous dirige dans l'exécution ; en imposant un bon rythme de travail, et en précisant le temps nécessaire de réalisation, la main d'œuvre nécessaire et les moyens matériels (matériaux de constructions, engins, ...).

### VII.1 Les étapes de réalisation du projet :

Pour la pose de canalisation, on doit exécuter dans un ordre précis certaines opérations.

#### VII.1.1 Exécution des travaux :

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

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

**VII.1.2. Manutention et stockage des conduites :****VII.I.2.1. Manutention :**

Afin de préserver les conduites pendant le transport, il faut éviter les chocs en particulier sur les extrémités, et éviter le déchargement brutal sur le sol.

**VII.I.2.2. Stockage :**

Pour le stockage du matériel, il faut absolument respecter ces consignes :

- L'aire de stockage doit être plane et nivelée.
- Les accessoires et les conduites doivent être à l'abri du soleil.
- Préserver les conduites des produits chimiques, des solvants et des huiles.

**VII.I.3. Décapage de la terre végétale :**

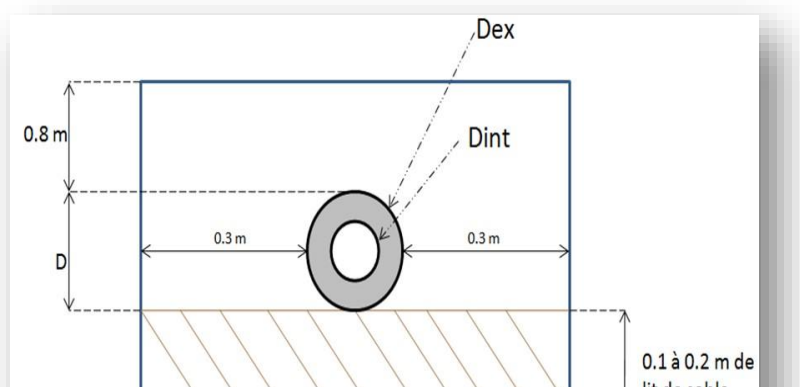
C'est une opération préliminaire, qui consiste à éliminer la couche superficielle du sol (les dix (10) premiers centimètres de la surface) constituée principalement de matière végétale.

**VII .I.4. Exécution des tranchées et des fouilles des 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.I.5. Aménagement du lit de sable :**

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



**Figure VII.1:** Pose du lit de sable

**VII.I.6. Emplacement des piquets :**

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

**VII.I.7. Pose des canalisations :**

Durant la pose de canalisation, il faut vérifier que :

- La décente du tuyau se fait dans une fouille blindée
- Les surfaces des abouts doivent être débarrassés.
- Les joints doivent être vérifiés et nettoyés.

**VII.I.8. Assemblage des canalisations :**

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

**VII.I.9. Essai 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 des deux.

**VII.I.10. Exécution des regards :**

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.

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

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

- Bétonnage de la dalle.
- Décoffrage de la dalle

#### **VII.I.11. Réalisation des branchements :**

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

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

#### **VII.I.12. Remblayage et compactage :**

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 latéral.

##### **❖ Choix des engins :**

Pour réaliser ces travaux, on doit utiliser différents types d'engins, car chaque opération nécessite un engin précis. Ces engins sont répartis en trois grandes familles :

- **Les engins de chargement :**
  - Les chargeuses.
  - Les pelles hydrauliques.
  - Les pelles mécaniques.
- **Les engins de transport :**
  - Les brouettes.
  - Les camions bennes.
  - Les dumpers.
  - Les motos basculeurs.
  - Les véhicules utilitaires.

- **Les engins de mise en place des matériaux :**
  - Les niveleuses.
  - Les compacteurs.
  - Les finisseurs.

Concernant notre projet, on a utilisé les engins suivants :

❖ **Pour le décapage :**

Le décapage est une opération de terrassement visant à ôter la couche superficielle de terre. Cette dernière se compose en effet de végétaux et de déchets organiques susceptibles de rendre instable le futur édifice. Elle est retirée sur une épaisseur comprise entre 10 cm et 40 cm et stockée afin d'être éventuellement réutilisée lors de l'aménagement du terrain. En effet la terre végétale de qualité demeure un produit recherché pour les aménagements extérieurs.

Nous utilisons la niveleuse sur les terrains faciles à décapé, elle est le meilleur engin adopter à ce type de travaux ; et on utilise le « Bulldozer » dans les terrains difficiles.

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

On utilise une pelle équipée en rétro. Les Pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est-à-dire que

Le cycle de travail comprend les temps suivants :

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

Dans les terrains difficiles on doit utiliser une pelle à chenille.

❖ **Pour le remblaiement des tranchées :**

Le remblayage a été fait en utilisant une chargeuse, qui comporte un corps automoteur articulé, et une benne de grande taille à l'avant.

- Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur.
- Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



**❖ 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 la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en font.

**VII .2 Détermination des différents volumes des travaux :****VII .2.1 Volume du décapage de la couche végétale :**

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

Tel que :

- $V_{\text{déc}}$  : volume de la couche végétale décapée ( $\text{m}^3$ ).
- $H_{\text{cv}}$  : profondeur de la couche végétale (m)
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).
- $B_{\text{cv}}$  : largeur de la couche végétale (m).

**VII .2 .2 Volume du déblai des tranchées :**

$$V_{\text{d}} = B \times L \times H \quad (\text{VII.2})$$

Tel que :

- $V_{\text{d}}$  : volume du déblai des tranchées ( $\text{m}^3$ ).
- $B$  : largeur de la tranchée (m).
- $H$  : profondeur de la tranchée (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**VII .2.3 Volume occupé par le lit de sable :**

$$V_{\text{ls}} = e \times L \times B \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

- $V_{\text{ls}}$  : volume du lit de sable ( $\text{m}^3$ ).
- $e$  : épaisseur de la couche de sable (m).
- $B$  : largeur de la tranchée (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**VII .2.4 Volume occupé par les conduites :**

$$V_{\text{cond}} = (\pi \times D_{\text{ext}}/4) \times L \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

- $V_{\text{cond}}$  : volume occupé par les conduites ( $\text{m}^3$ ).
- $D_{\text{ext}}$  : diamètre extérieur de la conduite (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

### VII .2.5 Volume de l'enrobage :

$$V_e = H_e \times L \times B \quad (\text{VII.5})$$

Avec :

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

### VII .2.6 Volume du remblai de protection :

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

Avec :

- $V_{\text{rem}}$  : volume du remblai ( $\text{m}^3$ ).
- $V_d$  : volume du déblai ( $\text{m}^3$ ).
- $V_{\text{ls}}$  : volume du lit de sable ( $\text{m}^3$ ).
- $V_{\text{déc}}$  : volume de la couche végétale décapée ( $\text{m}^3$ ).
- $V_{\text{cond}}$  : volume de conduite ( $\text{m}^3$ ).

### VII .2.7 Volume excédentaire :

$$V_{\text{exc}} = V_f - V_{\text{rem}} \quad (\text{VII.7})$$

Tel que :

- $V_{\text{exc}}$  : Volume du sol excédentaire ( $\text{m}^3$ ).
- $V_f$  : Volume du sol foisonné ( $\text{m}^3$ ).
- $V_{\text{rem}}$  : Volume du remblai ( $\text{m}^3$ ).

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

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

**VII .3 Devis quantitatif et estimatif :**

**Tableau VII-1:** Devis quantitatif et estimatif du projet :

N°	Designation des travaux	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
<b>A</b>	<b>Travaux de terrassement</b>				
<b>1</b>	Démolition et réfection de la chaussée	12 110	m <sup>2</sup>	2 800	33908000
<b>2</b>	Déblais de tranché	59389	m <sup>3</sup>	450	26725050
<b>3</b>	Pose de lit de sable	1931	m <sup>3</sup>	1 500	2896500
<b>4</b>	Remblai de tranché	104484	m <sup>3</sup>	300	31345200
<b>5</b>	Evacuation du déblai excédentaire	45700	m <sup>3</sup>	500	22850000
<b>B</b>	<b>Canalisation</b>				
	<b>Fourniture, transport et pose de canalisation</b>				
<b>1</b>	<b>Canalisation en PVC PN6</b>				
	315	10430	ml	1 950	20338500
	400	2093	ml	3 050	6383650
	500	945	ml	5 000	4725000
	630	145	ml	8 000	1160000
<b>2</b>	<b>Canalisation en béton armé classe 135A</b>				
	800	52	ml	4 800	249600
	1 000	183	ml	8 000	1464000
	1 200	131	ml	10 800	1414800
<b>C</b>	<b>Construction</b>				
<b>1</b>	Construction des regards en béton armé	302	<u>U</u>	35 000	10570000
	Execution des déversoirs d'orage	01	<u>U</u>	300000	300000
	<b>THT</b>				130916600
	<b>TVA 19%</b>				24874154
	<b>TTC</b>				155790754

**Conclusion :**

Pour conclure, on peut dire que l'organisation de chantier est nécessaire pour la réalisation d'un système d'assainissement, et cela afin d'économiser le cout, l'énergie et le temps sans oublier l'amélioration du rendement de travail.

Cette discipline nous permet aussi d'établir un devis quantitatif et estimatif qui nous aide à évaluer le coût total de notre projet estimé à **155790754 DA**

## Conclusion générale

Pour conclure ce travail, nous pouvons dire que dans ce mémoire, nous avons conçu un système d'évacuation des eaux usées et pluviales 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 210 L/s/ha, en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi Galton .

Le réseau que nous avons établi, est un réseau unitaire en raison de la topographie du site, avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral, acheminant les eaux usées évacuées vers la station d'épuration.

Pour l'évaluation des débits des eaux usées, nous avons pris en considération les débits domestiques et publiques 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 16 sous-bassins, choisi le coefficient de ruissellement selon la nature de la surface drainée et opté pour la méthode rationnelle.

Les diamètres varient de 315 jusqu'à 613 mm en PVC et de 800 jusqu'à 1200 mm en béton armé.

Du côté économique, nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de **155790754 DA**

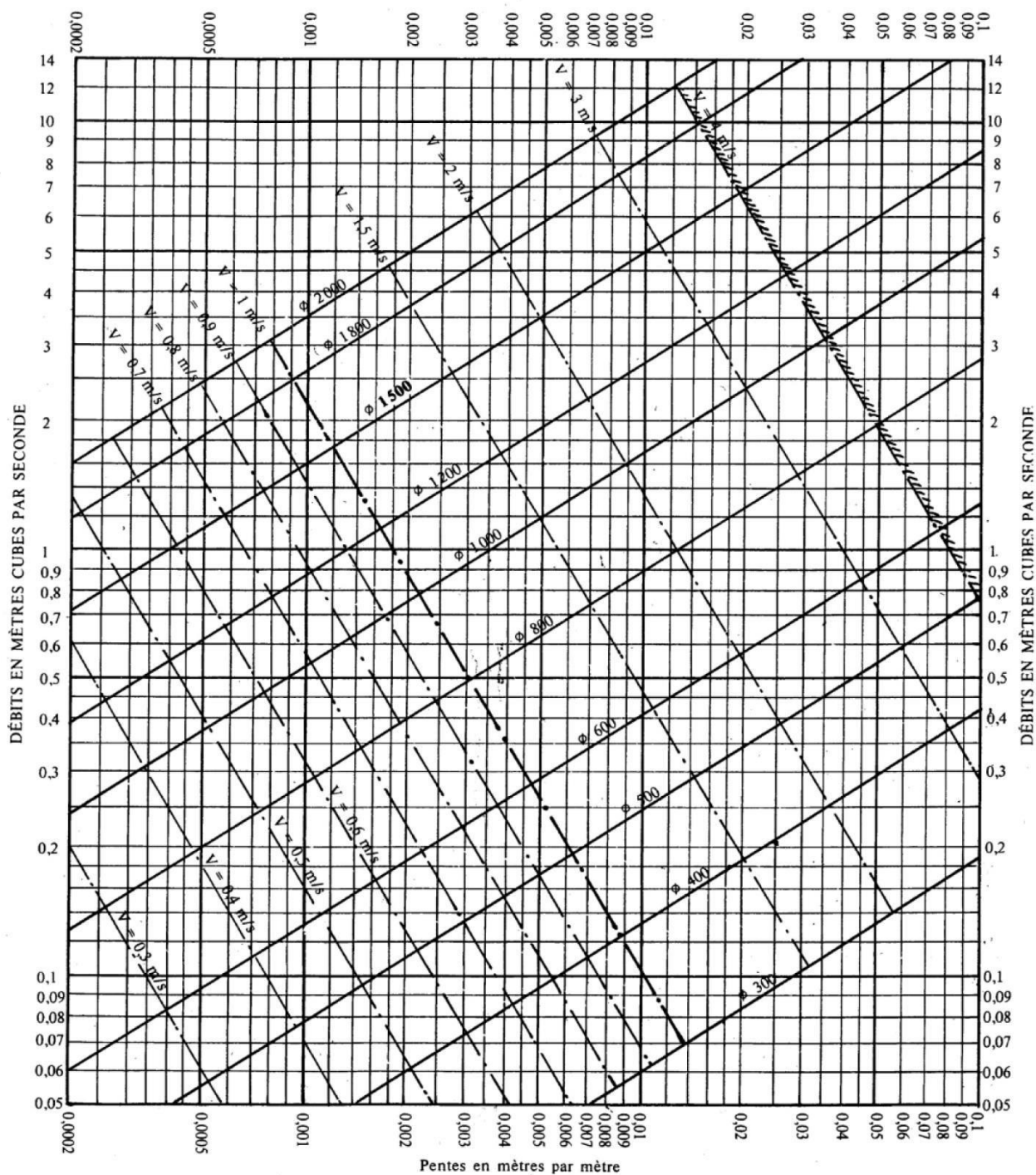
## Références bibliographiques

- 1- Salah B., 2014. « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement ». ENSH, Blida.
- 2- Touaibia B., 2004. « Manuel pratique d'hydrologie ». Madani Frères, Blida.
- 3- Gomella C. et Guerree H., 1967. « Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ». Eyrolles, Paris.
- 4- Gomella C. et Guerree H., 1986. « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1) ». Eyrolles, Paris.
- 5- Instruction Technique, 1977. « Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations ». Imprimerie nationale, Paris.
- 6- Kerloc'h B. et Maelstaf D., 1983. « Le dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations ». C.E.T.E, nord Picardie.
- 7- Satin M. *et al.*, 2006. « Guide technique de l'assainissement (3<sup>e</sup> édition) ». Le Moniteur, Paris.
- 8- Abbou I., 2020. « Conception du Réseau d'Assainissement de la Commune de sour (W.Mostaganem) ». Mémoire de fin d'étude. ENSH ,Blida.
- 9- Azari S., 2019. « Dimensionnement d'un réseau d'assainissement de la nouvelle ville de BOUINAN – Lot : B et D – (W. Blida) ». Mémoire de fin d'étude. ENSH, Blida

**Annexe**

ABAQUE 2-a

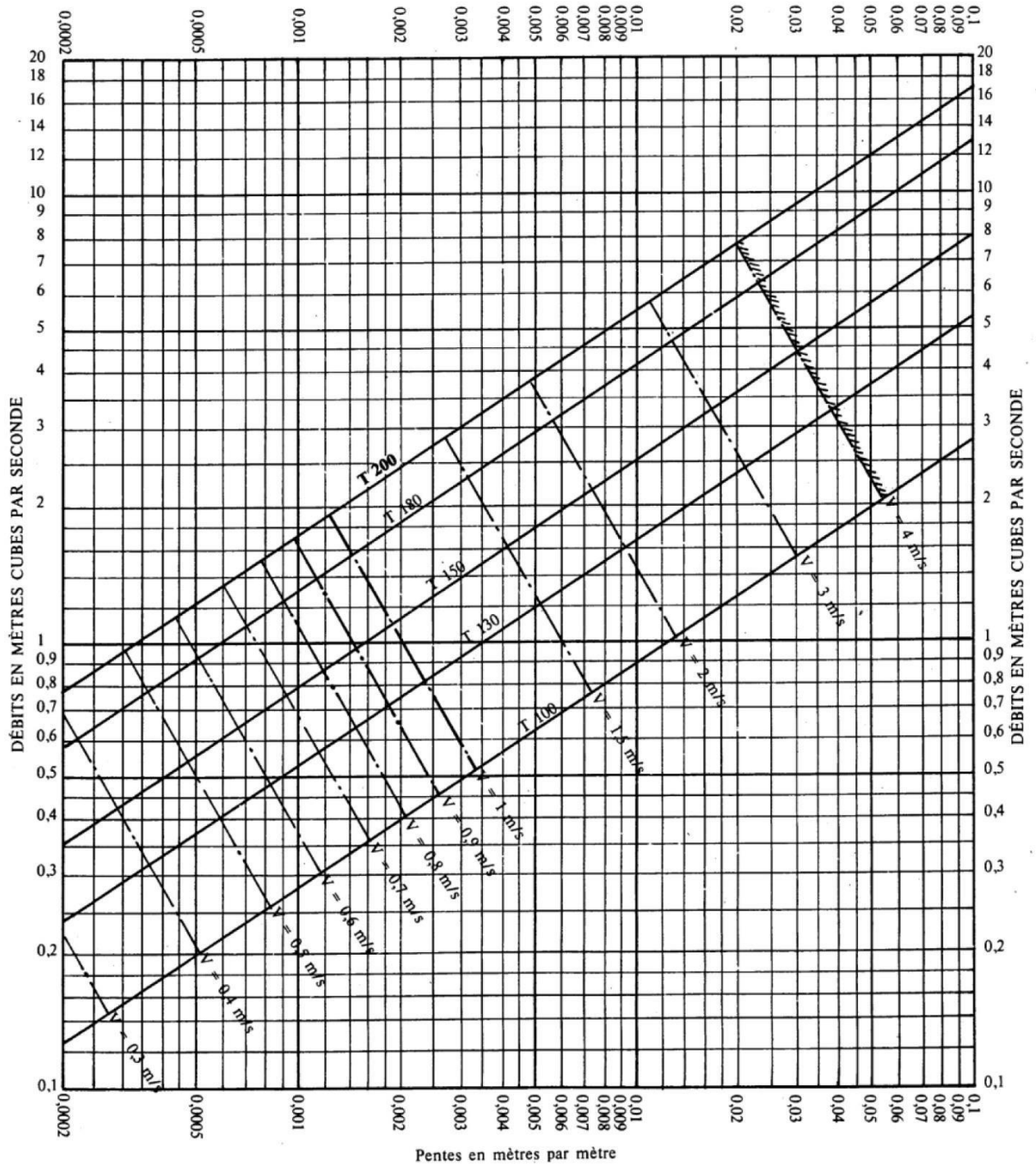
RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF  
(Canalisations circulaires)



Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % (  $\gamma = 0,30$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ABAQUE 2-b

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF  
(Canalisations ovoïdes)



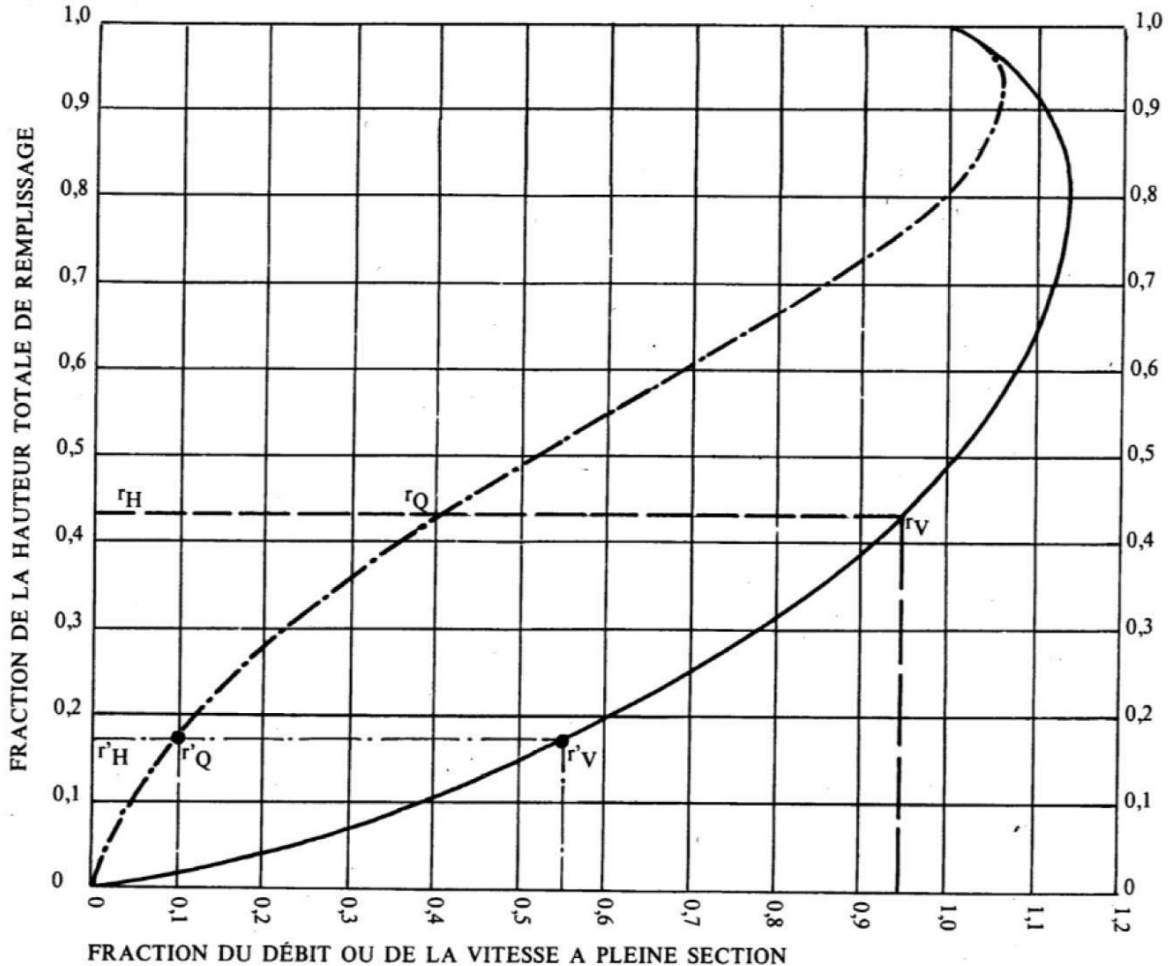
Nota. - La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ( $\gamma = 0,30$ ). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.



ABAQUE 3-a

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



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  $r_H = 0,95$ .

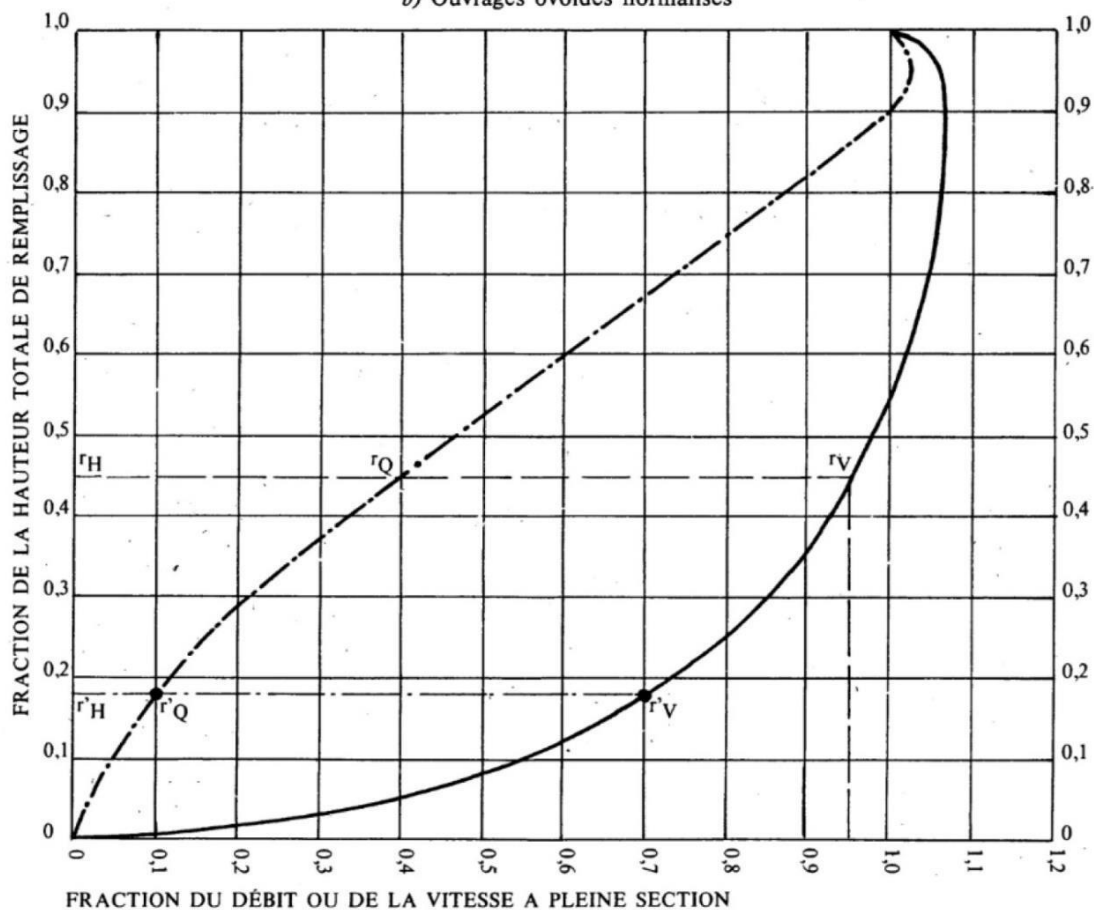
La vitesse maximum ( $r_V = 1,14$ ) est obtenue avec  $r_H = 0,80$ .

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

ABAQUE 3-b

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

b) Ouvrages ovoïdes normalisés



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  $r_H = 0.45$ .

Pour  $r_{PS}/10$ , on obtient  $r_V = 0.70$  et  $r_H = 0.18$  (autocurage).

**Nota.** - Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport  $r_Q = 1.00$  est obtenue avec  $r_H = 0.90$ .

Le débit maximum ( $r_Q = 1.03$ ) est obtenu avec  $r_H = 0.95$ .

La vitesse maximum ( $r_V = 1.07$ ) est obtenue avec  $r_H = 0.90$ .

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

