

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية

Université Saad Dahleb Blida

Faculté de science de l'eau et l'environnement



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Hydraulique

Spécialité : Ressource hydraulique

Par : ALLOU ALI

MELAB AZEDDINE

Sujet

**ETUDE DE DEVIATION DU COLLECTEUR PRINCIPAL
D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE DE BERAKI (ALGER)**

Soutenu publiquement, le 16 /09 /2020, devant le jury composé de :

Mme Taibi Sabrine Professeur
Monsieur kara Omar Professeur

Promoteur : **HADDAD ALI**

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce mémoire de master à :

A Ma tendre Mère : Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A Mon très cher Père : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A mon cher frère et ma belle sœur surtout leur bébé mon neveu Saden

A ma chère sœur que Dieu la guérit.

A ma chère sœur et mon beau frère et leurs enfants Zakaria et Racim.

A Monsieur KARIM BENSARFAR et Mme Fridi Hayat et toute l'équipe cosider TP metro-d'alger pour m'accepté, m'aidé et guidé durant la période de stage pratique.

A Monsieur Ouadfel et Azzedine : pour me illuminé et m'aidé à collecter les données.

A Tous les membres de ma promotion.

A Tous mes enseignants depuis mes premières années d'études. A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à notre promoteur monsieur Haddad Ali, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Nous voudrions également remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre M.F.E

INTRODUCTION GENERALE

L'assainissement des agglomérations a pour but de collecter et évacuer les eaux usées et pluviales en évitant les risques d'inondation en premier lieu et d'assurer leur rejet dans le milieu récepteur après un traitement compatible avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Ces deux objectifs nécessitent un entretien efficace des systèmes de collecte et de traitement et leur maintien en bon état, y compris l'évacuation « sans danger » des différents déchets qu'ils génèrent (produits de curage : matières de vidange, refus de dégrillage, graisses, sables et boues ; etc....).

Les systèmes d'Assainissement dépendent à l'évidence de l'occupation des sols et ; réciproquement ; les choix d'urbanisme ne peuvent pas se faire sans tenir compte des contraintes d'Assainissement.

Comme tous les autres équipements dont l'urbanisation dépend ; l'Assainissement concourt au confort des usagers ; mais également aux nuisances ; aux pollutions et aux déséquilibres écologiques.

En effet ; un système d'Assainissement est en perpétuelle évolution, et le problème majeur que l'on rencontre en Algérie c'est la gestion, par ce que la majorité des agglomérations possèdent un réseau.

Dans le cadre de l'extension du projet Métro d'Alger, il a été décidé de dévier le collecteur principal de la ville de Baraki qui fait obstacle à la réalisation du métro. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude et qui portera essentiellement sur le diagnostic détaillé de l'état actuel du réseau d'assainissement et de projeter la déviation du collecteur principal afin de garantir un fonctionnement optimal du système d'assainissement.

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Liste des figure

Liste des tableaux

Liste des planches

Résumé

Introduction général.....01

Chapitre I : présentation et description de la zone d'étude

I. Introduction03

I.1 Situation géographique de la daïra de Baraki03

I.2. Localités de la commune04

I.3. Situation topographique05

I.4. Situation hydrogéologique05

I.5. Situation sismique05

I.6. Situation climatique06

I.6.1. La température07

I.6.2. Humidité de l'air08

I.6.3. Les vents08

I.6.4. Précipitation mensuelle08

I.7. Situation hydraulique10

I.7.1 But de l'étude10

I.7.2.Problématique11

Chapitre II : étude hydrologique

II.1 Introduction13

II.2 Choix de la période de retour13

II.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations	13
II.3.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement.....	14
II.3.1.1 Analyse des données statistiques	15
II.3.1.2 Choix de la loi d'ajustement	22
II.3.2 Calcul des paramètres de la loi choisie	22
II.3.2.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	22
II.3.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	26
II.3.3 Calcul de l'intensité de la pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI	29
II.4 Conclusion	30

Chapitre III : aperçu sur les réseaux d'assainissement

III.1. Introduction	33
III.2. Définition des réseaux d'assainissement	33
III.3. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins	33
III.4.Principe du tracé du réseau	34
III.5. Différents types de système d'assainissement	34
III.5.1. Système unitaire	35
III.5.2. Système séparatif	35
III.5.3. Système pseudo séparatif	36
III.5.4. Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux	38
III.6.Conclusion	39
III.7. Notion des écoulements des réseaux d'assainissement	39

CHAPITRE IV: EVALUATION DES DEBITS

IV.1. Origine et nature des eaux usées et pluviaux	41
IV.2. Estimation des débits provenant des eaux usées	42
IV.3. délimitation des sous bassin.....	42
IV.4. Estimation des débits d'eaux usées domestiques	43
IV.5. Estimation des débits d'eaux pluviales	45
IV.5.1. La méthode rationnelle	45
IV.6. Estimation du débit des équipements.....	47

IV.7. Estimation du débit total	48
IV.8. Conclusion.....	48

Chapitre V : diagnostic et calcul hydraulique

V.1. Introduction	50
V.1 diagnostic physique.....	50
V.1.1 ville de Baraki : (bilan de 91 collecteurs)	50
V.1.2. Résultats du diagnostic physique	51
V.2 diagnostic hydraulique	52
V.2.1 Conception du réseau	52
V.2.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement	52
V.2.2.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement	52
V.2.2.2 Formules des écoulements.....	53
V.2.2.3 Mode de calcul	54
V.2.2.4 Principe de tracé des collecteurs	56
V.2.3 Dimensionnement des déversoirs d'orage.....	58
V.2.3.1 Calcul de déversoir d'orage	59
V.2.3.2 Calcul hydraulique de tronçon vers le rejet	62
V.2.3.3 Calcul des dimensions de la galerie	62
V.2.4 Résultats et constats du diagnostic hydraulique	63
V.2.5 Conclusion.....	64

Chapitre VI : éléments constitutifs de réseau d'assainissement

VI.1. Les éléments constitutifs des réseaux d'assainissement	66
VI.1.1. Ouvrages principaux	66
VI.1.1.1 Le collecteur principal	66
VI.1.1.1.1. Types de canalisations	67
VI.1.1.1. 2. Matériaux de canalisations	68
VI.1.1.1.3. L'assemblage des conduites en PVC.....	71
VI.1.1.2. Les joints	73
VI.1.1.3. Choix du type du matériau (les joints)	74
VI.1.2. Les ouvrages annexes	75
VI.1.2.1. Ouvrages normaux	75
VI.1.2.1. 1 .Ouvrages des surfaces.....	75

VI.1.2.1.2. Les ouvrages d'accès au réseau (les regards)	77
VI.1.2.2.1. Déversoir d'orage	80
VI.2. Le choix du tracé d'un réseau d'assainissement	80
VI.3. Conclusion	82
-Conclusion général.....	83

Liste des tableaux

N° du tableau :	page
Tableau I.1. Coordonnée de la station d'observation climatologique	7
Tableau I.2. Températures mensuelles interannuelles moyennes, maximales et minimales	7
Tableau I.3. Humidité relative moyenne (en %)	8
Tableau I.4. Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen	8
Tableau I.5. Cumuls mensuels des précipitations	9
Tableau II.1: Identification de la station pluviométrique de Baraki	17
Tableau II.2: Précipitations journalières maximales : station de Baraki	18
Tableau II.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	25
Tableau II.4 : Caractéristiques de l'échantillon	25
Tableau II.5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	28
Tableau III.1. Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement courants.....	38
Tableau IV.1 : Sous bassin et sites	42
Tableau IV.2 : débit moyen domestique	43
Tableau IV.3: débit de pointe journalier	44
Tableau IV.4: débit pluvial	46
Tableau IV.5: débit des équipements	47
Tableau IV.6: Débits d'eaux totaux collecteurs (existants)	48
Tableau VI.1. Les dimensions d'un regard.....	78

Liste des figures

Figure N° :	page
Figure I.1. Plan de situation de la zone d'étude	3
Figure I.2. Communes limitrophes de Baraki	4
Figure I.3. Cartes de zonage sismique de territoire national selon (R.P.A 1999 modifié en 2003)	6
Figure. I.4 plant de déviation	11
Figure II.1: Extrait de la carte des pluies du nord de l'Algérie (source ANRH) Précipitations Mensuelles	15
Figure II.2: L'emplacement des stations pluviométriques du bassin versant de Oued El Harrach	16
Figure II.3: Station Baraki (radier bétonné)	17
Figure II.4: Station Baraki (Echelles des crues)	17
Figure II.5: Carte Pluviométrique D'Algérie	18
Figure II.6 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	26
Figure II.7 Ajustement de la série pluviométrique à La loi de Galton (log-normal)	29
Figure III.1 Schéma de principe d'un réseau unitaire	35
Figure III.2. Schéma de principe d'un réseau séparatif	36
Figure III.3. Schéma de principe d'un réseau pseudo séparatif	37
Figure V.1 : Photos pris par bureau d'étude.....	51
Figure V.2 : Déroulement des travaux du Déversoir d'orage	59
Figure V.3 : photos prises lors du stage pratique	63
Figure VI.1. Conduites circulaires	67
Figure VI.2. Conduite ovoïde	68
Figure VI.3. Conduite en béton armé	69
Figure VI.4. Conduite en PVC	70
Figure VI.5. Conduite en PEHD	71

Figure VI.6. Assemblage par collage à froid	72
Figure VI.7. Assemblage à Joint plastique	73
Figure VI.8. Différents type de joints sur tuyaux en béton	74
Figure VI.9. Les caniveaux	75
Figure VI.10. Bouche d'égout	77
Figure VI.11. Regard de changement de direction	78
Figure VI.12. Regard de changement de diamètre	79
Figure VI.13. Regard de chute	79
Figure VI.14. Déversoir d'orage	80
Figure VI.15. Schéma perpendiculaire	81
Figure VI.16. Schéma par déplacement latéral	81
Figure VI.17. Schéma à collecte transversale	81
Figure VI.18. Schéma par zone étagée	82
Figure VI.19. Schéma radial	82



Liste des planches

Plan. I.4 plan de déviation	11
-----------------------------------	----

RESUME :

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'extension du nouveau projet Metro d'Alger dont sa réalisation nécessite en premier lieu la déviation du collecteur principal de la ville de Baraki. Cette déviation nécessite la projection d'un nouveau collecteur qui prend en charge la globalité des débits usés et pluviaux. Pour ce faire un diagnostic détaillé a été réalisé afin de mettre en exergue les différentes anomalies du système d'évacuation à savoir l'état physique et la capacité hydraulique. Le calcul hydraulique a montré la nécessité de projeter un déversoir d'orage avant la traversé de l'autoroute Est-Ouest et ce afin de décharger le réseau et d'assurer la pérennité du système d'assainissement.

ملخص:

هذه الدراسة هي جزء من توسعة مشروع مترو الجزائر الجديد ، الذي يتطلب تحقيقه أولاً وقبل كل شيء تحويل وجهة جامع الصرف الصحي الرئيسي لمدينة براقى. يتطلب هذا الانحراف إسقاط جامع جديد يعتني بكل تدفقات النفايات ومياه الأمطار. للقيام بذلك ، تم إجراء تشخيص مفصل من أجل تسليط الضوء على العيوب المختلفة في نظام الصرف ، وهي الحالة المادية والقدرة الهيدروليكية. أظهر الحساب الهيدروليكي الحاجة إلى تخطيط مجرى مفيض للعواصف قبل عبور الطريق السريع بين الشرق والغرب من أجل تفريغ الشبكة وضمان استدامة نظام الصرف الصحي.

Abstract:

This study is part of the extension of the new Algiers Metro project, the realization of which requires first of all the diversion of the main sanitation collector of the city of Baraki. This deviation requires the projection of a new collector that takes care of all of the waste and rainwater flows. To do this, a detailed diagnosis was carried out in order to highlight the various anomalies of the drainage system, namely the physical condition and the hydraulic capacity. The hydraulic calculation showed the need to plan a storm spillway before crossing the East-West motorway in order to unload the network and ensure the sustainability of the sanitation system.

INTRODUCTION GENERALE

L'assainissement des agglomérations a pour but de collecter et évacuer les eaux usées et pluviales en évitant les risques d'inondation en premier lieu et d'assurer leur rejet dans le milieu récepteur après un traitement compatible avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Ces deux objectifs nécessitent un entretien efficace des systèmes de collecte et de traitement et leur maintien en bon état, y compris l'évacuation « sans danger » des différents déchets qu'ils génèrent (produits de curage : matières de vidange, refus de dégrillage, graisses, sables et boues ; etc...).

Les systèmes d'Assainissement dépendent à l'évidence de l'occupation des sols et ; réciproquement ; les choix d'urbanisme ne peuvent pas se faire sans tenir compte des contraintes d'Assainissement.

Comme tous les autres équipements dont l'urbanisation dépend ; l'Assainissement concourt au confort des usagers ; mais également aux nuisances ; aux pollutions et aux déséquilibres écologiques.

En effet ; un système d'Assainissement est en perpétuelle évolution, et le problème majeur que l'on rencontre en Algérie c'est la gestion, par ce que la majorité des agglomérations possèdent un réseau.

Dans le cadre de l'extension du projet Métro d'Alger, il a été décidé de dévier le collecteur principal de la ville de Baraki qui fait obstacle à la réalisation du métro. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude et qui portera essentiellement sur le diagnostic détaillé de l'état actuel du réseau d'assainissement et de projeter la déviation du collecteur principal afin de garantir un fonctionnement optimal du système d'assainissement.



CHAPITRE I :

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE I : présentation de la zone d'étude

I. Introduction :

Le présent projet se situe dans la commune de Baraki à environ 14 km à Sud-est d'Alger et a 35km au Nord Est de Blida. Cette commune rencontre Malheureusement plusieurs problèmes de nature environnementale dont principalement des problèmes d'assainissements surtout avec la réalisation du nouveau projet métro d'Alger.

Une projection d'un système d'assainissement pour l'éradication des rejets des eaux usées existants ainsi que ceux projetés assurant le transport de ces effluents dans des conditions topographiques et hydrauliques optimales est plus que nécessaire et ce afin que les oueds retrouvent leur vocation naturelle de véhiculer les eaux claires (eaux de ruissellement), et aussi afin de préserver ainsi la santé des habitants et valoriser le potentiel paysager du site.(source : wikipedia)

I.1 Situation géographique de la commune de Baraki :



Figure I.1. Plan de situation de la zone d'étude. (Source Google map)

Le site du projet, situé dans la plaine de la Mitidja. Cette zone d'étude est limitée par :

- Au Nord par la rocade s Baraki, RN Birkhadem
- A l'Est par la rue Mohamed Belarbi

- A l'Ouest la route nationale N°8

Baraki est une commune de la wilaya d'Alger en Algérie, située dans la Sud-est d'Alger.

- Au Nord par la commune de Bourouba
- Au Sud par la commune de Sidi Moussa
- A l'Ouest par la Commune de Gue de Constantine.
- A l'Est par les communes de l'Eucalyptus.

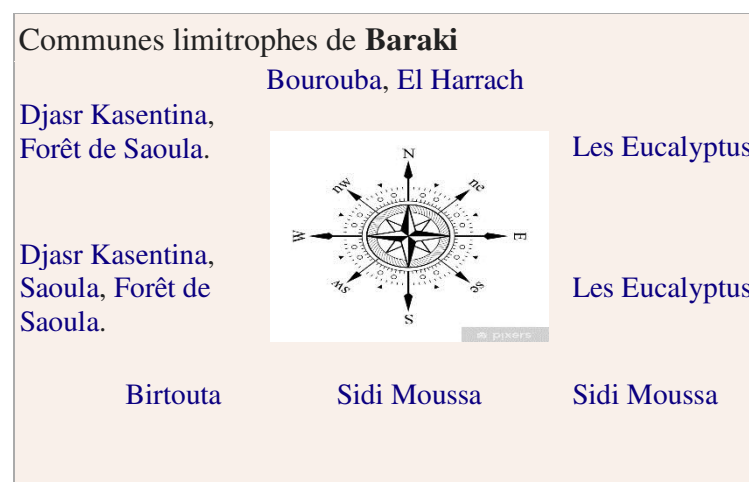


Figure I.2. Communes limitrophes de Baraki (source : wikipedia, 2020)

I.2. Localités de la commune :

Lors du découpage administratif, la commune de Baraki est constituée des localités suivantes :

- Baraki centre
- Cite Recazin
- Cite Diar El-baraka
- Cite 2004 logements
- El-Merdja
- Cite Mihoub
- Menaceria

- Bentalha : saint Raphael
- BENGHAZI
- haï sidi Salah

I.3. Situation topographique :

La zone d'étude reflète une topographie presque plate. Sur le levé topographique, il a été reporté l'ensemble des éléments naturels et artificiels à savoir.

- Bâties et constructions ;
- Les limites des routes pistes et trottoirs ;
- Réseaux d'assainissement (regards de visite et avaloirs) ;
- Regards AEP, PTT...etc.
- Poteaux électrique et d'éclairage ;
- Talwegs et affluents ;
- Espace verts, arbres, placettes...etc.

I.4. Situation hydrogéologique :

Les niveaux aquifères dans la zone d'étude s'établissent essentiellement au-dessus des argiles. Les quelques niveaux sableux inférieurs du Pliocène, relativement potentiels ne suffisent pas pour constituer des nappes importantes

I.5. Situation sismique :

Le risque sismique suscite une préoccupation au sein de la population et auprès des autorités concernées en raison des dommages induits par les séismes tels que les ruptures tectonique, glissements, tassement ...etc., qui est susceptibles d'affecter les infrastructures routières et les constructions.

L'Algérie du Nord est connue pour sa sismicité, la carte sismique montre que le site étudié .se situe dans la Zone III qui correspond à une région de sismicité élevée



Figure I.3. Cartes de zonage sismique de territoire national (source : R.P.A 1999 modifié en 2003)

Pour éviter que soit mis en péril un quelconque projet d'aménagement dans la région d'étude, il serait judicieux d'entreprendre des investigations relatives à ce type de phénomène. Il est à noter que depuis le tremblement de terre du 23 Mai 2003, cette région est étudiée avec beaucoup d'intérêt.

I.6. Situation climatique :

La région étudiée est caractérisée par un climat de type méditerranéen tempéré, c'est-à-dire :

- un hiver doux et humide.
- un été chaud et sec.

Les principaux facteurs climatiques qui influents sur le régime hydrologique de la commune de Baraki est : les températures, l'humidité relative, l'évaporation et le vent. Les mesures sont effectuées à la station de l'ONM ou complétées par des observations sur des sites analogues. Les coordonnées de la station d'observations climatiques sont représentées dans le tableau I.6.

Station	Indicatif	Latitude (Nord)	Longitude (Est)	Altitude (m)	Gestionnaire
ALGER DAR-EL-BEIDA	-	36°41	03°13	25	ONM

Tableau I.1. Coordonnée de la station d'observation climatologique (source ONM)

I.6.1. La température :

La température moyenne mensuelle durant le mois du janvier varie le plus souvent entre 5.5 et 17.3°C alors qu'en juillet elle est située entre 19.1 et 31.7°C.

La température moyenne annuelle est de 18.1°C, durant les mois les plus chauds, à savoir juin, juillet et Aout elle ne dépasse pas les 30°C

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy-Ann
Température Minimale (°C)	5.5	5.3	7.1	9.3	12.9	16.4	19.1	20.1	17.7	14.4	9.7	6.9	12.1
Température Maximale (°C)	17.3	17.5	20.0	22.0	25.0	29.2	31.7	32.6	29.7	26.5	20.7	17.7	24.2
Température Moyenne (°C)	11.4	11.4	13.6	15.7	18.9	22.8	25.4	26.3	23.7	20.5	15.2	12.3	18.1

Tableau I.2. Températures mensuelles interannuelles moyennes, maximales et minimales (source météo Blue)

I.6.2. Humidité de l'air :

Pour ces deux communes le taux de l'humidité moyenne annuelle est de 75% voir tableau I.6.2.

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel (%)
2004	82	82	83	78	80	75	76	71	71	70	87	82	78
2005	85	83	83	75	75	74	71	69	73	76	81	82	77
2006	80	80	75	75	79	70	74	70	70	73	70	85	75
2007	82	80	80	86	73	72	69	70	76	79	81	80	77
2008	84	78	76	72	80	76	72	71	71	78	76	81	76
Moy	79	81	77	76	77	71	70	70	72	75	78	80	75

Tableau I.3. Humidité relative moyenne (en %) (source ONM)

I.6.3. Les vents :

Les vents sont généralement de direction Ouest - Nord – Ouest.

Leur vitesse est de 2.5 m/s en moyenne. Elle atteint 2.8 m/s en mois de juin et juillet. La période la plus calme d'observe entre les mois de novembre à février.

Tableau I.4. Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel (m/s)
2004	2.4	2.0	2.3	3.2	3.1	2.4	2.4	2.4	2.0	1.6	1.6	3.2	2.4
2005	2.0	2.6	2.1	3.0	2.8	2.9	3.5	3.1	2.5	2.0	2.1	2.3	2.6
2006	2.7	2.5	2.9	2.6	2.9	2.9	2.8	2.9	2.4	1.9	2.5	2.1	2.6
2007	1.4	2.9	3.1	2.3	2.3	3.1	2.8	2.6	2.3	1.9	1.7	1.7	2.3
2008	1.3	1.9	3.2	2.6	2.6	2.2	2.5	2.2	2.1	1.5	2.6	2.1	2.2
Moy	2.3	2.3	2.4	2.7	2.7	2.8	2.8	2.5	2.4	2.0	2.4	2.4	2.5

I.6.4. Précipitation mensuelle :

L'étude de précipitations a un rôle très important pour le choix du type de réseau d'assainissement à adopter.

Elle nous donne aussi une idée sur la nécessité de projection des ouvrages spéciaux.

La région bénéficie d'une pluviométrie moyenne de l'ordre de 600 mm/an.

Tableau I.5. Cumuls mensuels des précipitations (source ANRH)

Ann	précipitations												TOTAL	PJ max (mm)
	Sep	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout		
1971	15	5,7	145,7	41	35,9	24,2	21,1	40,3	33	8	0	39	408,9	145,7
1972	26,3	22	47,5	37,2	36,6	87,7	29,8	44,1	0,8	15,9	11,2	1,6	360,7	87,7
1973	92,3	16,7	19,4	46,3	4,5	36,8	49,3	19,9	0,5	5,5	0,2	0	291,4	92,3
1974	17,4	65,2	40	4	29,9	15,4	41,3	4,5	28,6	19,8	0	1,59	267,69	65,2
1975	9,6	10,2	38,2	19,7	59,3	32,4	1,9	2,3	12,4	1	11	6,9	204,9	59,3
1976	10,4	19,6	19,4	28,6	28,5	1,2	33,5	53,8	0,5	0,5	0,2	0	196,2	53,8
1977	0,5	0,3	30,7	0,1	31,4	12,7	14,5	52,3	15,3	0,2	0	0	158	52,3
1978	9	71,3	21,6	14,9	20,3	49,8	75,2	17,4	4,3	1	0	0,4	285,2	75,2
1979	29,9	30,6	55,6	31,3	39,7	12,9	54,6	33,2	3,7	0,4	0	4,7	296,6	55,6
1980	0,4	15,3	19,8	40,3	19,9	12,1	19,1	13,9	10,3	4,6	0	16	171,7	40,3
1981	1,9	65	10,5	23,1	32,4	36	8,8	5,3	19,5	12,3	0	0	214,8	65
1982	3,8	1,9	25	25,4	0	26	5,3	4	2,5	0	0,9	1,5	96,3	26
1983	0	11,3	11,3	41,9	40,8	27,7	12	11,1	22	15	0	0	193,1	41,9
1984	14,6	68	12,3	44,2	23,1	20,5	36,6	6,8	23,5	1	0	0,2	250,8	68
1985	12,5	8	76	19,7	17	18,5	30,7	15	1,1	10,9	34,5	0	243,9	76
1986	102,9	16	47,4	45,5	28	41	10,1	0	15,2	10,3	25,2	0	341,6	102,9
1987	80,8	49,1	29,1	24	12,2	24,9	46,3	11,7	13,6	25,9	0	0	317,6	80,8
1988	20	16	31,7	64	7,9	15,5	11,4	59	2,2	1,5	1,1	29	259,3	64
1989	21	13,6	7,2	4,8	21,3	0	9,3	13,1	13	6	16,3	0	125,6	21,3
1990	1,9	24	33,6	35,7	26,9	23,6	15,4	29,6	9,2	6,7	0	0	206,6	35,7
1991	1,5	28,7	26,2	6,5	46,1	15,9	13,5	27,6	24,7	15,5	2,3	0	208,5	46,1
1992	2,9	66,8	42,1	22	19,1	22,2	12	14,1	37,4	0	2,7	1,4	242,7	66,8
1993	17,9	16,2	32,5	71,8	73,3	20,5	1,1	21,3	5,5	0	0	0	260,1	73,3
1994	42	26,3	11,1	30,3	57	29	27	32	6,8	7,7	0	9,5	278,7	57
1995	13,1	12,2	18,5	12,7	32,8	39,3	27,2	58,7	17,2	31,2	3,9	2	268,8	58,7
1996	32,5	47	36,3	17,6	22,4	10,8	7,8	24	7,6	4,2	2,1	26,6	238,9	47
1997	29,2	16,6	65,2	33	18	22,2	18,2	22,1	43,5	0	0	0,9	268,9	65,2
1998	3,9	12,8	29,3	37,5	44,6	52,6	23,2	7,2	0	5,7	0	1,5	218,3	52,6
1999	37,5	7,3	40,9	36,2	8,3	2,7	12,8	10,4	16,9	0	0	0	173	40,9
2000	12,8	11,8	16,6	16,2	45,2	19,8	1,9	16,2	5,8	0,7	0	0,5	147,5	45,2
2001	34,7	35,6	29	24,4	8,9	5,9	9,4	40,5	7,5	0,8	1,8	11,5	210	40,5
2002	7,4	14,2	22,4	34,2	26,5	33,5	9,9	22,3	7,1	0	7,1	2,9	187,5	34,2
2003	11,7	12,9	19,7	30,6	53,6	19,8	41,9	17,3	45,1	33,3	0	0	285,9	53,6
2004	0,9	18,5	35	38,1	31,8	19,9	18,8	9,6	1,9	0	0,4	1,5	176,4	38,1
2005	0,9	38	31,9	21,7	37,7	22,3	17,3	1,3	34,4	0	0	8,1	213,6	38
2006	8,9	2,9	19,6	31,9	16,3	22,3	31,7	14,9	2,2	10,5	0	8,3	169,5	31,9
2007	13,4	38,8	60,4	37,1	13,9	15,1	15,2	10,4	14	2,6	7,8	0	228,7	60,4
2008	12,4	19,8	26,6	24,8	24,5	5,6	9,1	28,5	8,4	0	0	10,1	169,8	28,5
2009	26,2	5,4	18,1	27	32,5	10,2	30,8	18,6	11,7	2,1	0	19,8	202,4	32,5
2010	10,1	54,2	39,5	43,2	35,2	28,1	5,6	16,5	31,6	11,8	0	1,9	277,7	54,2
2011	7,9	7,3	60,1	21,8	14,4	44,5	29,3	67,4	8,1	0,7	0	33,7	295,2	67,4
2012	2,2	61,8	39,8	9,6	14,5	27,5	18,2	36,4	51,1	6,2	0,6	1,4	269,3	61,8
2013	9,3	19,7	22,1	65,3	16,9	11,3	18,5	0,9	2,4	38,5	0,6	0	205,5	65,3
2014	15	30,7	13,7	49,9	27,1	18,7	44,3	0	3,7	14,1	0	0	217,2	49,9
2015	4,3	28,2	21,9	0	43,4	56,1	33,7	28	30,2	0	0	0	245,8	56,1
2016	11,3	9,3	38,5	57,4	56,3	5,9	25,7	7,9	2,9		0	0	215,2	57,4
2017	33,7	16,3	32,7	39,8	15,6	28,4	22,1	42,6	24,3	23,4	0	0	278,9	42,6
2018	17,4	17,2	40,5	30,6	43,6	9,7	22	18,4	15,2	6,3	1,8	2,7	225,4	43,6

I.7. Situation hydraulique :

Pour faire une bonne étude d'assainissement, il est nécessaire de connaître les caractéristiques physique du lieu telles que le climat, la topographie, la géologie, etc.

I.7.1 But de l'étude :

L'objet de la présente étude est de faire un diagnostic de l'état actuel du réseau d'assainissement existant de l'aire d'étude, de déceler l'ensemble des points noirs, les dysfonctionnements et les causes qui engendrent les débordements et l'obstruction du réseau d'assainissement dans le site.

Par la suite proposons des solutions techniques fiables qui rendent le fonctionnement du réseau d'assainissement adéquat.

Pour ce faire, il est donc nécessaire de procéder dans le cadre de cette étude à ce qui suit :

- 1) L'identification des rejets d'eaux usées de la zone d'étude.
- 2) La reconnaissance et le diagnostic des ouvrages d'assainissement existants.
- 3) Projection d'un système d'assainissement au niveau de la zone d'étude pour intercepter tous les rejets d'eaux usées.
- 4) Déviation de réseau d'assainissement principal a cause de projet métro-d'Alger et le raccorder avec le réseau de Baba Ali.

I.7.2.Problématique :

Le nouveau projet métro d'Alger traverse le réseau d'assainissement principal au niveau de la zone d'étude.

Avec l'augmentation de la population existante, la population attendue est d'environ 55425 habitants sans équipements.

Donc Est-ce que le collecteur provenant de la zone de Baba Ali pourra transiter aussi les débits provenant de la ville de Baraki. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont nous allons suivre les démarches essentielles et indispensables afin de réaliser le projet selon les règles de l'art.



Plan. I.4 plan de déviation (source Google map)



CHAPITRE II :

ETUDE HYDROLOGIQUE

CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1 Introduction

Les ouvrages d'assainissement doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations causées par la pluie. Une protection absolue nécessiterait la construction de réseaux aux dimensions excessives par les dépenses de premier établissement et d'entretien qu'elles impliqueraient, de tels ouvrages seraient en outre d'une exploitation défectueuse parce qu'ils risqueraient de favoriser la formation de dépôts fermentescibles.

Le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement pluvieux (h millimètres pendant une Durée de t minutes) s'apprécie par sa fréquence de dépassement « F » ou sa période de retour « $T = 1/F$ »

L'estimation des débits des eaux pluviales a pour objectif de pouvoir dimensionner le réseau d'assainissement et les ouvrages annexes (déversoir d'orage, bassin de retenue ...) ainsi que les conditions favorables à leur fonctionnement dans le temps.

Les averses :

On entend par averse une période de forte pluie ininterrompue. L'averse est caractérisée par son intensité, c'est-à-dire par la quantité de pluie Δh tombé en un temps Δt .

II.2 Choix de la période de retour :

La période de retour de suffisance du réseau d'assainissement est le résultat d'un compromis entre le coût de sa construction et celui de son entretien. Elle est généralement prise égale à 10 ans, cette période est prise comme base de calcul.

II.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations :

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

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

Soit :

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

Avec : i_m : intensité moyenne en mm/h.
 Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt .

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de 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.3.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :

Le facteur climatologique essentiel reste la pluviométrie, il constitue à lui seul un grand volume d'informations. L'étude des précipitations vise plusieurs objectifs et notamment : l'évaluation des moyens pluviométriques inters-annuel pour apprécier les potentialités en eau de la zone d'étude, le régime des précipitations pour la programmation des travaux agricoles et autres travaux publics et de la construction, l'évaluation des pluies maximales journalières et leurs caractéristiques pour le dimensionnement de réseau d'assainissement.

L'analyse fréquentielle est une méthode statistique de prédiction consistant à étudier les événements passés, caractéristiques d'un processus donné (hydrologique ou autre), afin d'en définir les probabilités d'apparition future. (cour Mme taibi)

II.3.1.1 Analyse des données statistiques :

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

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

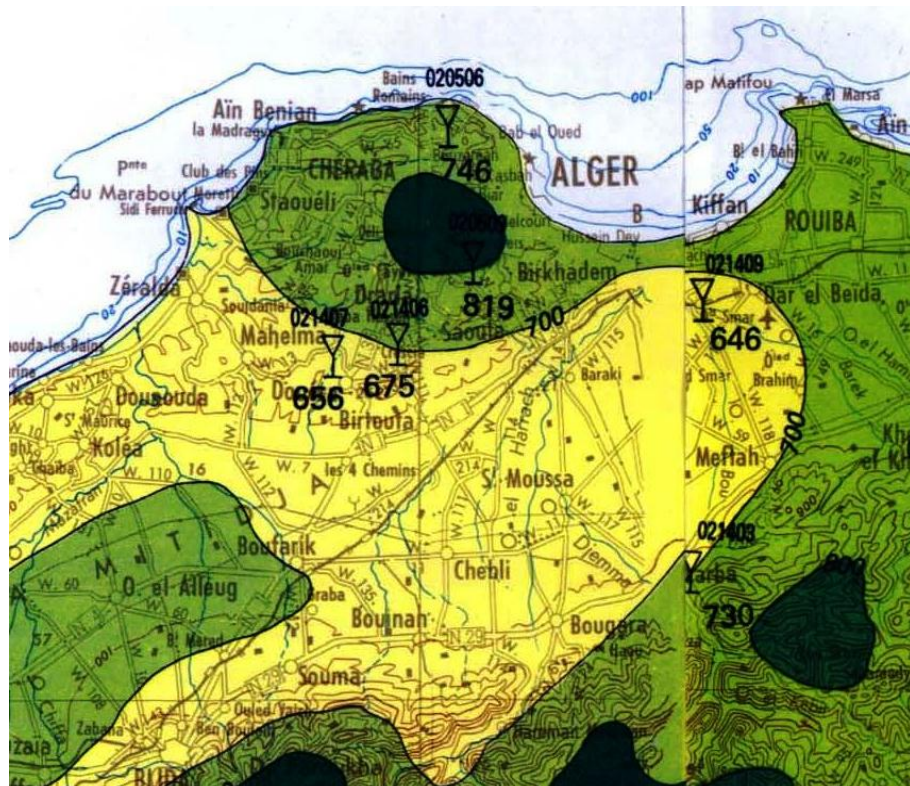


Figure II.1: Extrait de la carte des pluies du nord de l'Algérie (source ANRH) Précipitations Mensuelles

Notre zone d'étude appartient au grand bassin versant de l'Oued El Harrach, ce dernier renferme plusieurs stations pluviométriques comme le montre la figure n°5.

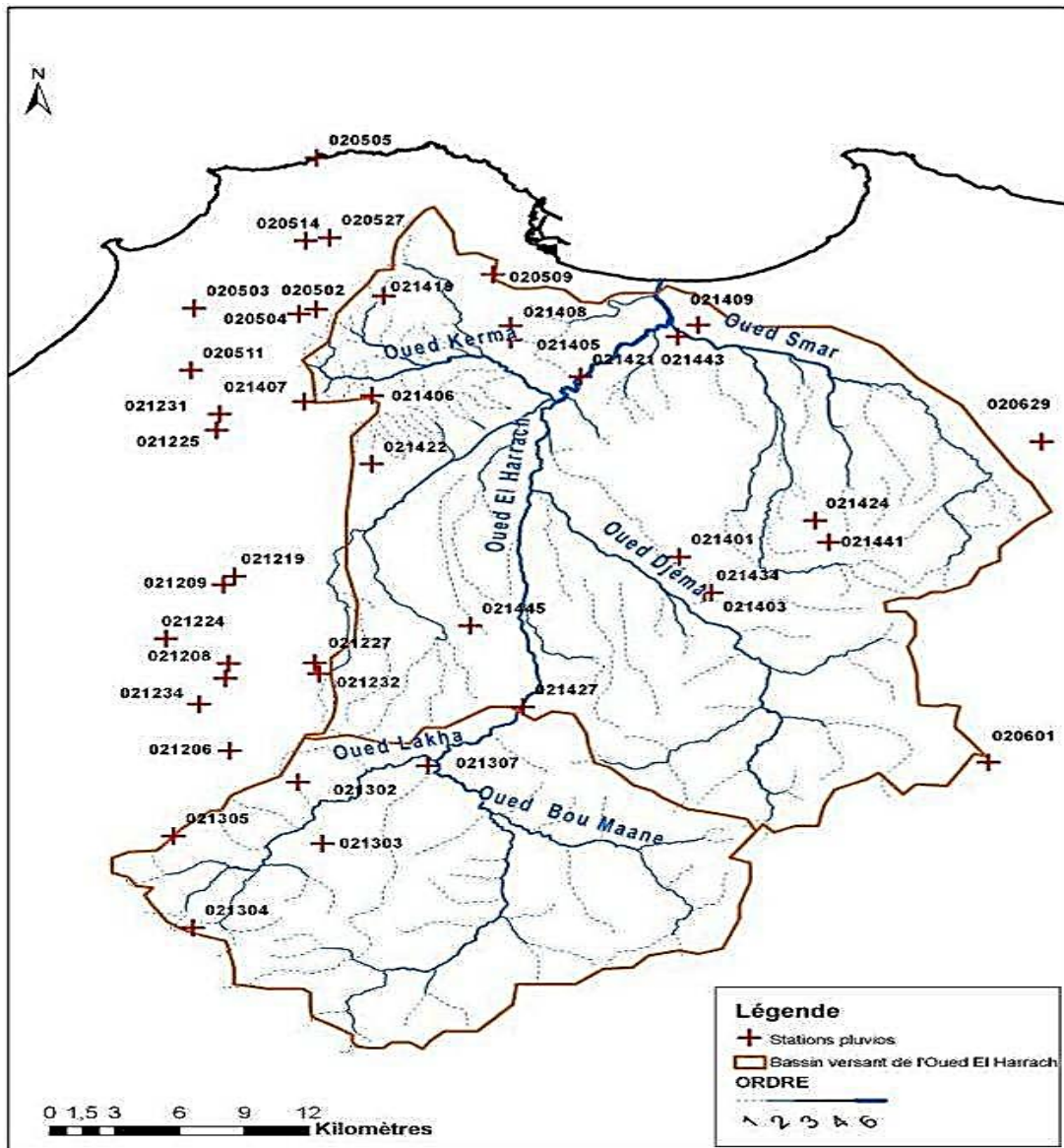
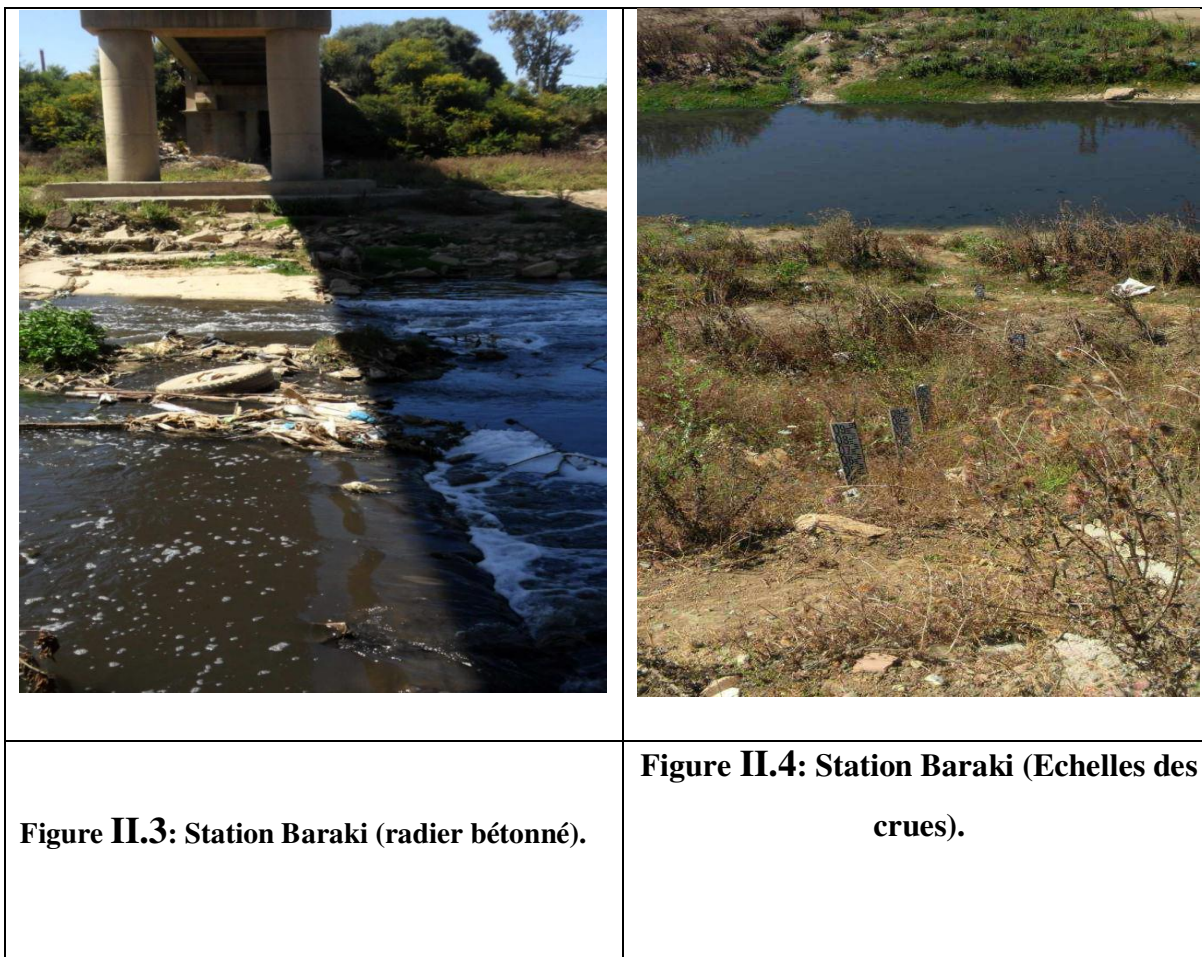


Figure II.2: L'emplacement des stations pluviométriques du bassin versant de l'Oued El Harrach (source ANRH)

Dans notre étude, on a choisi la station pluviométrique de Baraki, cette dernière se situe sous le pont reliant Baraki et Gué de Constantine comme le montre les photos suivant :



Cette Station est définie par les coordonnées réunie dans le tableau II.1

La station	Code	X (Km)	Y (km)	Altitude (m)	Période d'observation
Baraki	021421	535,05	376.5	20	1971-2018

Tableau II.1: Identification de la station pluviométrique de Baraki

La série pluviométrique enregistrée sur la période de 47ans est présenté par l'annexe n°1.

L'étude des précipitations joue un rôle très important surtout pour le choix du type du réseau d'assainissement à projeter.

Les rythmes pluviométriques sont méditerranéens caractérisés par une double irrégularité annuelle et interannuelle. La courbe annuelle des pluies se caractérise par un maximum très accusé en Novembre –Avril, les pluies en juin, juillet et août sont négligeables. Les pluies de printemps sont peu importantes, les orages d'été peu fréquents, mais brusques et violents provoquant des crues d'oued subites.

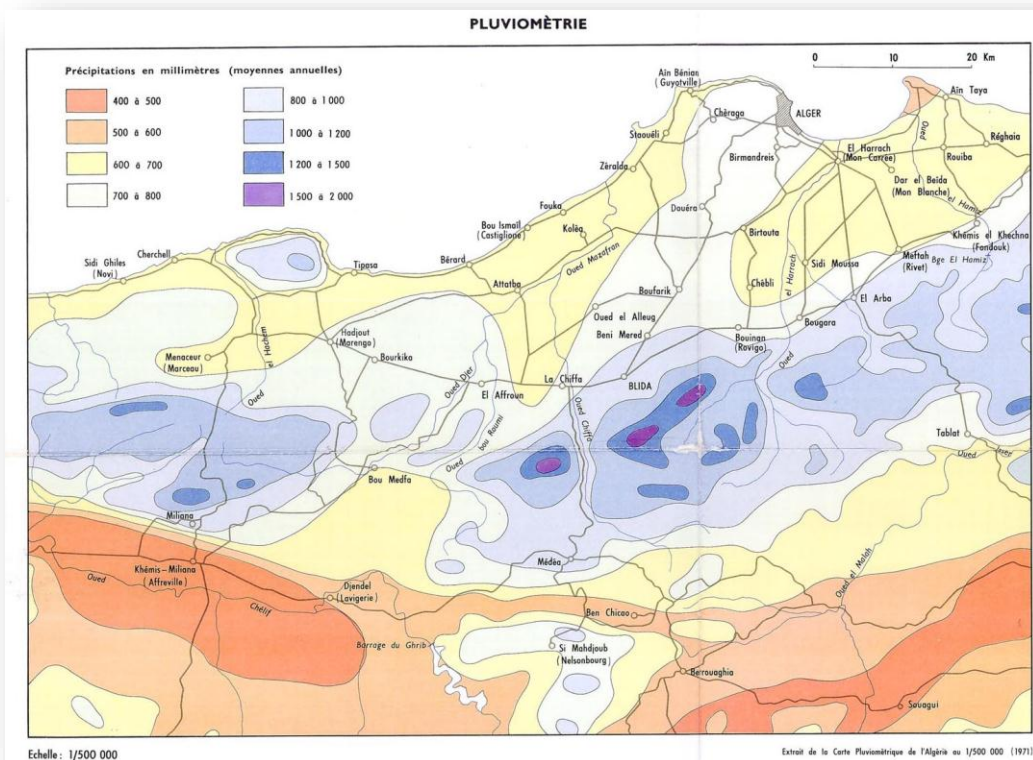


Figure II.5: Carte Pluviométrique D'Algérie

<i>n</i>	<i>P</i> _{maxj} (mm)	<i>Années</i>
1	87.7	1972
2	92.3	1973
3	65.2	1974
4	59.3	1975
5	53.8	1976
6	52.3	1977
7	75.2	1978
8	55.6	1979
9	40.3	1980

10	65	1981
11	26	1982
12	41.9	1983
13	68	1984
14	76	1985
15	102.9	1986
16	80.8	1987
17	64	1988
18	21.3	1989
19	35.7	1990
20	46.1	1991
21	66.8	1992
22	73.3	1993
23	57	1994
24	58.7	1995
25	47	1996
26	65.2	1997
27	52.6	1998
28	40.9	1999
29	45.2	2000
30	40.5	2001
31	34.2	2002
32	53.6	2003
33	38.1	2004

34	38	2005
35	31.9	2006
36	60.4	2007
37	28.5	2008
38	32.5	2009
39	54.2	2010
40	67.4	2011
41	61.8	2012
42	65.3	2013
43	49.9	2014
44	56.1	2015
45	57.4	2016
46	42.6	2017
47	43.6	2018

Tableau II.2: Précipitations journalières maximales : station de Baraki (Source : ANRH)

- Les caractéristiques de cette série sont :

- La somme des précipitations maximales journalières durant 47 ans d'observations :

$$\sum_{i=1}^{N=47} Xi = 2572 \text{ mm}$$

- Moyenne des précipitations maximales journalières :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N=47} Xi}{N} = 54.72 \text{ mm.} \quad (\text{II.2})$$

N : le nombre d'années d'observations (N= 47 ans).

- **Ecart type σ_x :**

$$\sigma_x = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \right] \quad (\text{II.3})$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{14138.47}{46}} = 17,53 \text{ mm}$$

- **Coefficient de variation :**

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{17,53}{54,72} \quad (\text{II.4})$$

$$C_v = 0,32$$

- **Exposant climatique :**

Il est donné par l'A.N.R.H de Blida $b = 0,37$

Statistique de base	Données actives
Nombre d'observations	47
Minimum	21.3
Maximum	103
Moyenne	54.7
Ecart-type	17.5
Médiane	54.2
Coefficient de variation (Cv)	0.320
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.475
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.98

II.3.1.2 Choix de la loi d'ajustement :

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

- loi de GALTON ou loi log normale.
- Loi de GUMBEL.

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

II.3.2 Calcul des paramètres de la loi choisie :

II.3.2.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est :

$$F(X) = e^{-e^{\frac{(x-x_0)}{\alpha}}} \quad (\text{II.5})$$

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

α , x_0 : Coefficients d'ajustement.

x_0 : Paramètre de position (mode).

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

Par changement de variable $y = \frac{x - x_0}{\alpha}$, la loi de GUMBEL s'écrit

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{II.6})$$

$y = \frac{\alpha}{(x - x_0)}$ Variable réduite de GUMBEL.

L'intervalle de variation de x est ; $x \in]-\infty, +\infty [$.

L'équation présent sous la forme : $x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0$.

Est l'équation d'une droite qui représente la loi de GUMBEL sur papier à probabilité GUMBEL.

a) Procédé d'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de HAZEN qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$F(x) = \frac{m - 0,5}{n} \quad (\text{II.7})$$

m : Numéro d'ordre.

n : Taille de la série.

- Calculer les caractéristiques empiriques de la série (moyenne, écart type ...).
- Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y = -\left[Ln(-LnF(x))\right] \quad (\text{II.8})$$

Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.

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

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{II.9})$$

\bar{x} et \bar{y} : Sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y.

- Si la corrélation est bonne, Calculer les paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL .la droite de régression ou droite de GUMBEL est :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0 \quad (\text{II.10})$$

$\frac{1}{\alpha}$: Pente de la droite et x_0 est l'ordonné à l'origine.

y : Variable de GUMBEL pour une probabilité donnée.

Les paramètres $\frac{1}{\alpha}$ et de x_0 peuvent être aussi déterminés par la méthode de moindres carrés.

- Tracer la droite de régression sur papier GUMBEL.
- Calculer l'intervalle de confiance.

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

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * \sigma_x = 0.78 * \sigma_x$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,78 \times 17,53 = 13,67 \quad \text{donc : } \frac{1}{\alpha} = 13,67 \text{ mm.}$$

c) Résultats de l'ajustement par la loi de GUMBEL :

- GUMBEL (Méthode des moments)

Nombre d'observations: 47

Quantiles

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

$T = 1 / (1-q)$

T (ans)	Q	XT (mm)	Ecart-type	INTERVALLE DE CONFIANCE (95%)	
100	0.9900	118	9.24	99.4	136
50	0.9800	107	8.03	91	122

20	0.9500	92.3	6.45	79.6	105
10	0.9000	81.1	5.26	70.8	91.4

Tableau II.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL (cours)

Avec :

T : période de retour.

Q : probabilité au non dépassement.

XT : précipitation maximale journalière.

	Caractéristiques. de l'échantillon
Minimum	21.3
Maximum	103
Moyenne	54.7
Ecart-type	17.5
Médiane	54.2

Tableau II.4 : Caractéristiques de l'échantillon (cours)

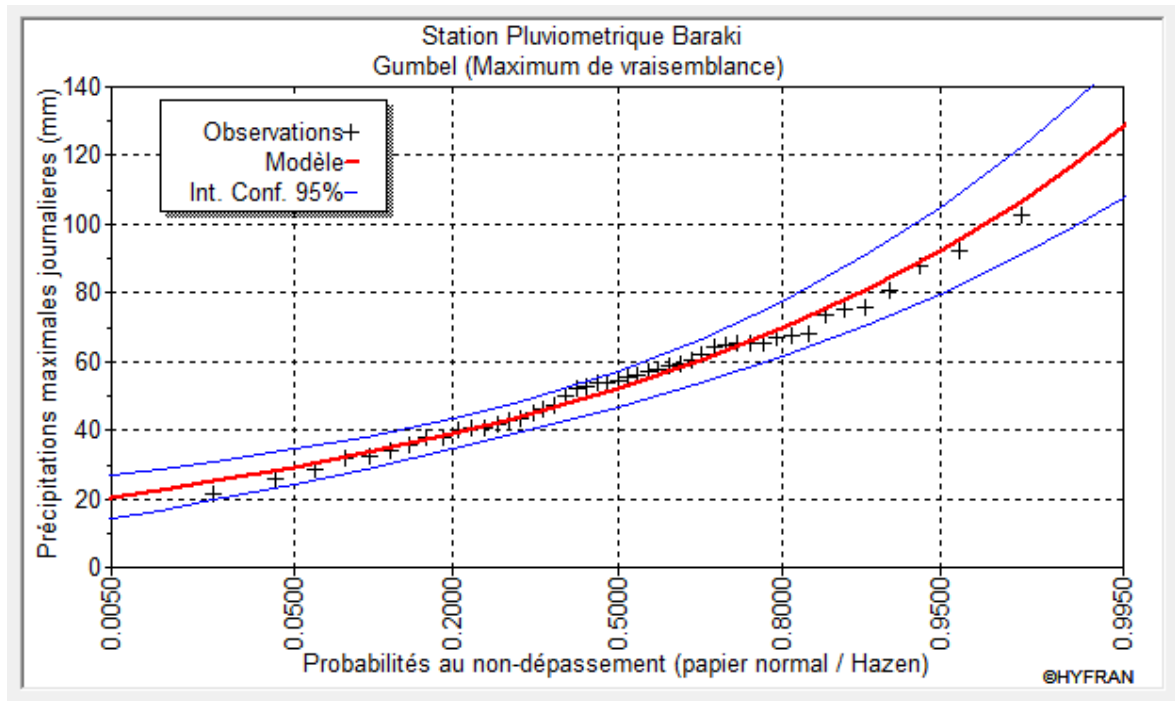


Figure II.6 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL (cours)

II.3.2.2 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton :

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{II.11})$$

$F(x)$: Fréquence au non dépassement.

La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}} \quad (\text{II.12})$$

L'équation de la variable réduite présentée sous la forme : $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma_{\ln x}$

Est l'équation d'une droite sur papier GAUSSO-LOGARITHMIQUE avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

a) Procédé d'ajustement :

1- Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).

2- Calcul de la fréquence expérimentale.

3- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale \bar{x} et σ

4- Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme $\overline{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$.

5- Report des valeurs sur papier GAUSSO LOGARITHMIQUE.

6- Détermination de la droite de Galton $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma_{\ln x}$

7- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$x_{p\%} = e^{\ln p\%} = e^{\overline{\ln x} + u_{p\%} \cdot \sigma_{\ln x}} \quad (\text{II.13})$$

b) paramètres d'ajustement par la loi de Galton :

$$\overline{\ln x} = \frac{\sum \ln x_i}{N} \Rightarrow \quad \overline{\ln x} = 3,95mm$$

$$\sigma_{\ln x_i} = 0,33mm$$

c) Résultats de l'ajustement par la loi de Galton :

Log normale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations: 47.

Quantiles :

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

T = 1/ (1-q)

T (ans)	Q	XT (mm)	Ecart-type	INTERVALLE DE CONFIANCE (95%)	
100	0.9900	113	10.8	92.3	135
50	0.9800	103	9.00	85.8	121
20	0.9500	90.2	6.82	76.8	104
10	0.9000	79.8	5.30	69.4	90.2

Tableau II.5 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (cours)

Avec :

T : période de retour.

Q : probabilité au non dépassement.

XT : précipitation maximale journalière.

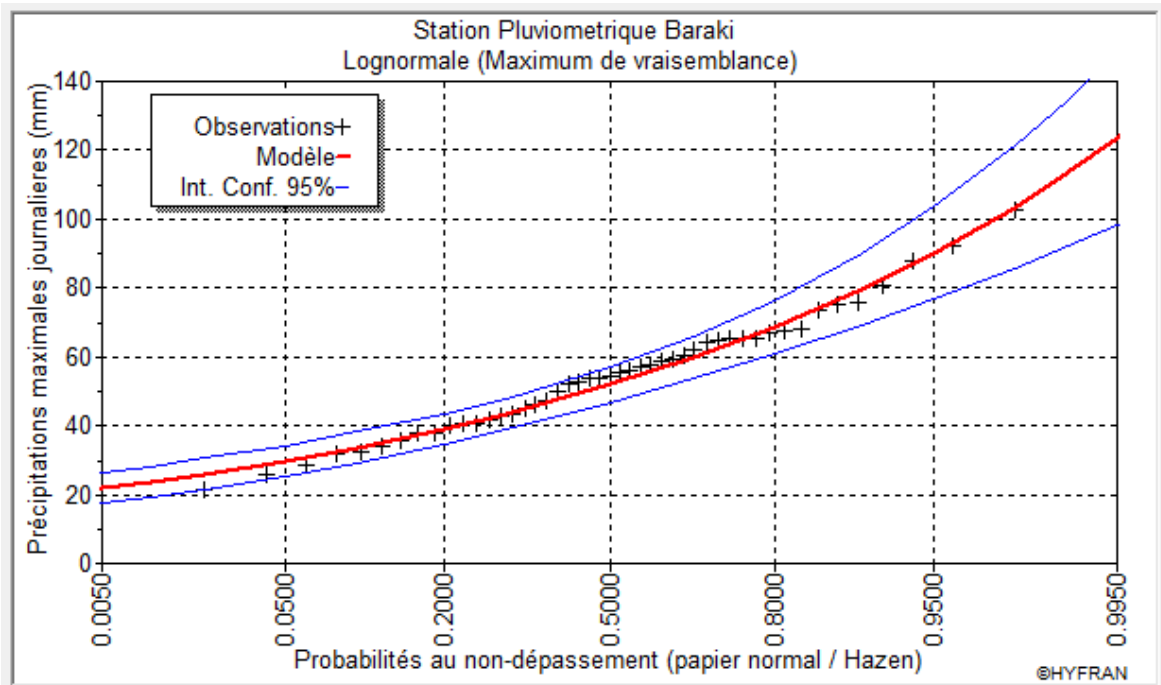


Figure II.7 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton (log-normal)(cours)

II.3.3 Calcul de l'intensité de la pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI:

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

$$I_{t_{15\text{min}}, p\%} = I_{24, p\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{II.14})$$

$I_{15 \text{ min}, p\%}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%).

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

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

b : exposant climatique de la région ($b=0.37$),

Nous aurons donc :

➤ **D'après la loi de GUMBEL :**

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{81.1}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} = 59,93\text{mm} / h$$

$$I_{15\text{min},1\%} = \frac{118}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} = 87,2\text{mm} / h$$

➤ **D'après la loi de GALTON :**

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{77.5}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} = 78,83\text{mm} / h$$

$$II_{15\text{min},10\%} = \frac{81.1}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} = 59,93\text{mm} / h \quad h_{15\text{min},1\%} = \frac{113}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,37-1} = 83,5\text{mm} / h$$

II.4 Conclusion :

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

On observe que les résultats obtenus par les deux lois d'ajustement (loi de GUMBEL et loi de GALTON) soit analytiquement ou graphiquement sont très rapprochés.

Pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement on va prendre les valeurs obtenues par la loi de GUMBEL et on déterminera la valeur de l'intensité pluviale qui est le débit spécifique.

$$I_{10\%} = \frac{59.93 * (10000)}{3600} = 166,47 \text{ l / s / ha}$$

Et

$$I_{1\%} = \frac{87,2 * (10000)}{3600} = 242,21 \text{ l / s / ha}$$

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



**CHAPITRE III:
APPERCU SUR LES
RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT**

CHAPITRE III: APPERCU SUR LES REEAUX D'ASSINISSEMENT

III.1. Introduction :

Le réseau d'assainissement constitue un équipement public essentiel, qui doit être durable et parfaitement étanche, même en cas de mouvement de terrain. Il assure l'écoulement rapide, libre et gravitaire des eaux usées et des eaux pluviales dont la mise en charge doit être évitée. Les débordements éventuels des ouvrages d'assainissement doivent être aussi évités. On peut classer les ouvrages d'assainissement en deux catégories :

- Les ouvrages principaux
- Les ouvrages annexes.

A côté du risque de débordement, il y a le côté étanchéité qu'on doit prendre en considération, surtout dans certains cas spéciaux, cas de traversée d'un oued, ceci pour éviter tout échange entre les eaux usées véhiculées et les eaux avoisinantes, si elles existent.

III.2. Définition des réseaux d'assainissement :

Par définition un réseau d'assainissement est un ensemble d'ouvrages hydrauliques qui sont des éléments constitutifs du système d'assainissement dont l'objectif est la collecte, le transport, le traitement éventuel et la restitution des eaux usées et des eaux pluviales (qui peuvent être souterraine ou de surface) vers les stations afin de subir un traitement avant leur rejet dans le milieu récepteur.

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple :

- Assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations.
- Permettre la protection de la santé publique et la préserver.
- Préserver l'environnement en l'occurrence le milieu naturel contre les rejets des eaux usées.

III.3. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins :

Le découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- Topographie du terrain.
- La densité des habitations ;
- Les courbes de niveau ;

- 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.
- Dans notre cas ; le découpage se fait selon la densité des habitants, les courbes de niveaux, ainsi, les pentes et les contres pentes.

III.4.Principe du tracé du réseau:

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

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

La profondeur des canalisations doit elle aussi répondre à certain critères comme :

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

Dans notre cas ; le tracé du réseau se fait selon la topographie du site, implantation des canalisations au milieu des routes et voiries ainsi les conditions de rejet

III.5. Différents types de système d'assainissement :

Dans le système d'évacuation, le mode de transport de ces eaux est fonction de leur origine. Trois systèmes se présentent pour l'évacuation des eaux usées et pluviales :

- Système unitaire
- Système séparatif
- Système pseudo séparatif

Aucun système ne l'emporte nettement sur les autres. Il faudra choisir en fonctions des conditions locales : système existant, topographie, nature du milieu récepteur (MR), etc.

III.5.1. Système unitaire :

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

Ce système est intéressant par sa simplicité puisqu'il suffit d'une canalisation unique dans chaque voie publique et d'un seul branchement pour chaque immeuble. Dans le cas où la population est relativement dense et si le terrain accuse des dénivellations assez marquées pour qu'une évacuation gravitaire soit possible, le système unitaire est recommandé.

Il présente cependant l'inconvénient de rejeter des flux non traités à travers le déversoir d'orage par temps de pluie. De plus, le mélange eaux pluviales et eaux usées, par temps de pluie, risque de perturber le fonctionnement de la station d'épuration.

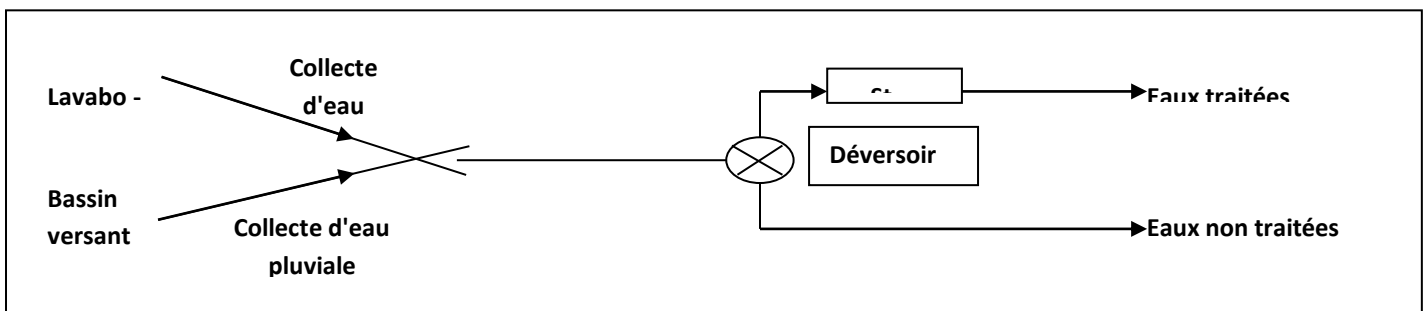


Figure III.1 Schéma de principe d'un réseau unitaire (source: Google)

III.5.2. Système séparatif :

Ce système comprend deux réseaux séparés et indépendants :

- Un réseau pour évacuer les eaux pluviales vers un milieu récepteur.
- Un second réseau pour évacuer les eaux usées domestiques et industrielles. Certains effluents industriels devraient subir un traitement avant leur rejet dans le réseau public.

Le tracé des collecteurs n'est généralement pas le même, ce qui est le cas la plus part du temps. Le tracé du réseau d'eaux usées possède un seul exutoire (rejets vers la station d'épuration) et est fonction de l'implantation des différentes structures (vu que les sections ne sont pas trop importantes). Les conditions d'auto curage sont cependant plus strictes.

Le réseau séparatif permet de mieux gérer les brutales variations de débit dues aux fortes pluies et d'éviter ainsi les débordements d'eaux usées vers le milieu naturel. De plus, il permet de mieux adapter la capacité des stations d'épuration et les traitements en fonction de l'origine de l'eau : eaux

usées issues des utilisations domestiques de l'eau potable (WC, salle de bains, cuisine, buanderie, etc.) ou eaux pluviales (eaux de ruissellement et toitures, de drainage, etc.).

Le réseau prend fin obligatoirement à la station d'épuration qui se trouve en général à la sortie de l'agglomération. Par contre les eaux pluviales sont rejetées directement dans le cours d'eaux plus proche naturel soit-il ou artificiel.

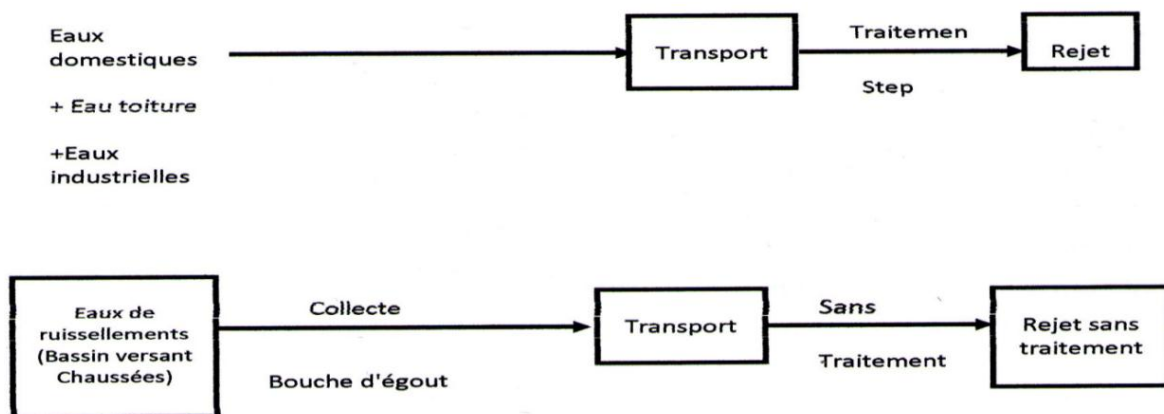


Figure III.2. Schéma de principe d'un réseau séparatif (source: Google image)

III.5.3. Système pseudo séparatif :

Le système pseudo séparatif est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties de telle manière à recevoir les eaux usées et une fraction des eaux de ruissellement; l'autre fraction des eaux de ruissellement sera transitée par des canaux et quelques tronçons d'ouvrage pluviaux.

Ce système est comparable au système séparatif avec un inconvénient en moins celui des raccordements. Cependant l'inconvénient majeur de ce système reste le risque de mauvais fonctionnement de la STEP.

Ce système est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties, ce qui implique aussi deux réseaux indépendants :

- Un réseau pour l'évacuation des eaux pluviales des espaces publics de circulation (chaussées, trottoirs, ...etc.)
- Un réseau pour l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales des toitures et des espaces privés.

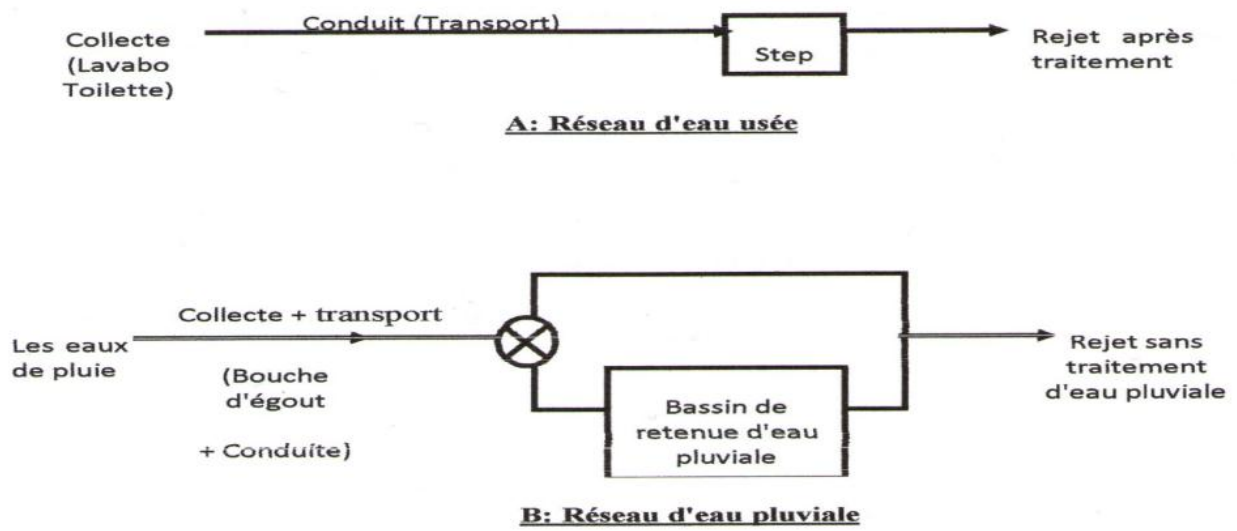


Figure III.3. Schéma de principe d'un réseau pseudo séparatif (source: Google image)

III.5.4. Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux :

Type de système	Avantages	Inconvénients
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> • économique. • Il est dimensionné pour supporter les variations importantes de débits lors des pluies. • Les problèmes de branchement sont simplifiés puisque toutes les eaux vont être acheminées vers une canalisation unique. • Pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande dimension des canalisations à l'aval du réseau. • Le non vérification des conditions d'écoulement en tête de réseau. • Débit à la station d'épuration très variable. • Apport de sable important à la station d'épuration.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> • La STEP est plus économique puisqu'elle est simplement dimensionnée pour le débit de pointe de temps sec • Le fonctionnement de la STEP est plus sûr et plus efficace en raison de la constance de la composition des EU • Les rejets d'EP sans traitement sont censés être moins préjudiciables que ceux des DO en système unitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • A priori, le doublement du réseau entraîne une augmentation du coût (par rapport au système unitaire) • Risques d'erreur de branchement particulier (EP dans le réseau d'EU et inversement) • Les EP peuvent être fortement polluées d'où risques de pollution du milieu récepteur.
Pseudo-séparatif	Assez comparable au système séparatif	
	<ul style="list-style-type: none"> • Elimine le risque d'erreur de branchement particulier • Possible de collecter une partie des eaux pluviales 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais fonctionnement de la STEP par temps de pluie. • Encombrement du sous-sol • Cout pour deux réseaux

	<ul style="list-style-type: none"> • Remédier au problème d'encrassement • L'auto curage assurée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problème de faux bronchement • Problème de dépôt et le manque d'auto curage pour le réseau d'EU en périodes sèches.
--	---	--

Tableau III.1. Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement courants

III.6. Conclusion :

Le choix du système d'évacuation se fait en tenant compte des paramètres prépondérants suivants :

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

Notre agglomération est occupée une population dense, et les débits des eaux usées sont moins importants par rapport aux eaux pluviales, alors un réseau unitaire est plus convenable dans ce cas.

III.7. Notion des écoulements des réseaux d'assainissement :

L'assainissement a pour but de collecter et d'évacuer les eaux usées sans stagnation. Dans une conduite d'assainissement on a trois types d'écoulement :

- Ecoulement gravitaire à surface libre
- Ecoulement gravitaire en charge
- Ecoulement forcé

En assainissement l'écoulement dominant est le gravitaire à surface libre.



CHAPITRE IV: EVALUATION DES DEBITS

CHAPITRE IV: EVALUATION DES DEBITS

IV.1. Origines et nature des eaux usées et pluviales :

Les eaux usées proviennent essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations et des infiltrations, ces catégories d'eaux usées sont communément appelées respectivement eaux domestique, déchets industriels, eaux pluviales et eaux parasites (C.I.B.E Ir o. Broers 2003).

A. Les eaux pluviales :

Elles peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eaux notamment pendant les périodes orageuse. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis en ruisselant, des résidus dépose sur les toits et des chaussées des villes (huile de vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...).

Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation a celui de la pollution. (Taibi, 2011)

B. Les eaux domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se repartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bain et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, et en eau "vannes", il s'agit des rejets des W.C, charges de diverses matières organique azotées et de germes fécaux. (Taibi, 2011)

C. Les eaux du service public :

Les eaux de lavages (marchés, rues) des espaces publics sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas de système unitaire. (Taibi, 2011)

IV.2. Estimation des débits provenant des eaux usées :

Les débits d'eaux usées à considérer dans l'étude des réseaux d'assainissement correspondent essentiellement :

-aux pointes d'avenir qui conditionnent la détermination des sections des canalisations en système séparatif et dans certains cas en système unitaire.

-aux flots minimaux actuels qui permettent d'apprécier les capacités d'auto curage des canalisations.

-l'évaluation de la quantité des eaux usées à évacuer quotidiennement s'effectuera à partir de la consommation d'eau par habitant.

-l'évaluation quantitative des rejets est fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode d'occupation de sol.

IV.3. Délimitation des sous bassins:

D'après le découpage de la région on' a 24 soubassins avec les différents équipements et logements , la surface de chaque sous bassin ne dépasse pas 10 ha.

Tableau IV.1 : Sous basins et sites

NSB	Surface (m2)	site
SB1	93621	cité Mahmoudi + gendarmerie national
SB2	28557	jardin public
SB3	86693	1200 + 350 + 428 logs + 252 logs
SB4	95714	cité 600 logs Mahmoudi + polyclinique + CEM + centre culturel
SB5	77859	cité 568 + 150 logs + 2 écoles primaire + stade + mosquée
SB6	132575	cite 1200 logs
SB7	133389	4000 logs
SB8	132011	500+128 logs + ilot 194 + ilot xx + 428/700 AADL + clinique d'hémodialyse + mosquée
SB9	41104	56 challets + 16,33% mihoub 3 + 44,54% ilot 183
SB10	103739	gendarmerie national + ilot 190 + ilot 364 + ilot 177
SB11	61371	83,67% mihoub 3 + 55,46% ilot 183
SB12	107806	51,83% mihoub 1 + 66,9% mihoub 2
SB13	75408	ilot 171 + ilot 172 + 175 ilot + 176 ilot + ilot 189 + CEM
SB14	44516	33,1% mihoub 2 + 16,25% mihoub 1
SB15	73211	ancien h.mihoub + 27,1% mihoub 1
SB16	109102	ilot 366 + ilot 174 + ilot 152 + ilot 117 + mosquée
SB17	48164	ilot 150 + ilot 151 + ilot 119 + ilot 120 + école primaire
SB18	137148	cité 590 logs + école primaire
SB19	77294	fabrique de meuble
SB20	100699	carbonal + Timgad marbre + salle omnisport khidar + lycée makaoui + stade

		Baraki
SB21	165024	station AEP + APC Baraki + terrain vague
SB22	75206	lycée tarek ibn ziad + station naftal + protection civil + sidimac + poste de police
SB23	35529	extra net w.alger + serub électrique
SB24	47603	station de bus + sécurité nationale + sonel gaze

IV.4. Estimation des débits d'eaux usées domestiques :

Le calcul des débits d'eaux usées domestiques nécessite la détermination de la Consommation moyenne journalière qui est égale au produit de la dotation (Dot) moyenne Journalière par le nombre de consommateurs (Pop).

Pour l'agglomération ; la dotation moyenne journalière (Dot) est prise forfaitairement égale à 180 L/J/hab. (aspect urbain).

a) *Evaluation du débit moyen journalier :*

Le débit moyen journalier rejeté Q_{moyj} est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moy} = \frac{Dot \cdot Pop}{86400}$$

Tableau IV.2 : débit moyen domestique

NSB	habitants	dotation(l/j/hab)	Q moy (l/s)
SB1	2184	180	4,55
SB2	/	/	/
SB3	11150	180	23,23
SB4	3000	180	6,25
SB5	3590	180	7,48
SB6	6000	180	12,5
SB7	20000	180	41,67
SB8	9180	180	19,13
SB9	999	180	2,08
SB10	878	180	1,83
SB11	2609	180	5,44
SB12	4128	180	8,6
SB13	1704	180	3,55
SB14	1682	180	3,50
SB15	2298	180	4,79
SB16	1378	180	2,87
SB17	767	180	1,60
SB18	3590	180	7,48
SB19	/	/	/
SB20	1375	180	2,86

SB21	/	/	/
SB22	/	/	/
SB23	/	/	/
SB24	/	/	/

b) Evaluation du débit de pointe :

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moy}$$

Avec ; K_p : Coefficient de pointe ;

Le coefficient de pointe peut être estimé par trois méthodes à savoir:

❖ *De façon moyenne :*

$$K_p = 24/14 \approx 1.71 \quad \text{ou} \quad K_p = 24/10 \approx 2.4$$

❖ *Relié à la position de la conduite dans le réseau :*

$K_p = 3$ En tête du réseau ;

$K_p = 2$ À proximité de l'exutoire.

❖ *Calculé à partir du débit moyen Q_{moy} :*

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}}; \quad \text{Si } Q_{moy} \geq 2.8 \text{ l/s}$$

$$K_p = 3; \quad \text{Si } Q_{moy} \leq 2.8 \text{ l/s}$$

Tableau IV.3: débit de pointe journalier

NSB	Q moy (l/s)	Kp	Q pte (l/s)
SB1	4,55	2,67	12,16
SB2	/	/	/
SB3	23,23	2,02	46,89
SB4	6,25	2,50	15,63
SB5	7,48	2,41	18,06
SB6	12,50	2,21	27,59
SB7	41,67	1,89	78,64
SB8	19,13	2,07	39,62
SB9	2,08	3,00	6,24
SB10	1,83	3,00	5,49
SB11	5,44	2,57	13,98
SB12	8,60	2,35	20,23
SB13	3,55	2,83	10,04
SB14	3,50	2,84	9,94

SB15	4,79	2,64	12,65
SB16	2,87	2,98	8,54
SB17	1,60	3,00	4,79
SB18	7,48	2,41	18,06
SB19	/	/	/
SB20	2,86	2,98	8,53
SB21	/	/	/
SB22	/	/	/
SB23	/	/	/
SB24	/	/	/

IV.5. Estimation des débits d'eaux pluviales :

Les méthodes permettant de calculer une valeur de débit maximum ne permettent que de dimensionner un réseau d'assainissement et non de simuler son dysfonctionnement. A partir d'une pluie de période de retour T

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite une détermination des débits pluviaux.

Les débits d'eaux pluviales seront calculés pour une précipitation de fréquence décennale et d'une durée de 15mn. Car ces eaux doivent être collectées dans les canalisations d'évacuation pour éviter les débordements (inondation). Deux méthodes essentielles se présentent pour l'estimation des débits pluviaux :

- La méthode superficielle
- La méthode rationnelle

IV.5.1. La méthode rationnelle :

C'est une méthode qui consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin

Versant en secteurs limités par les lignes isochrones, cette méthode fut découverte en 1889, Mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée. Elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS*, c'est une méthode qui a fait et fait ses preuves surtout pour les bassins urbains à faible surface (≤ 10 ha).

Elle consiste à estimer les débits (Q) 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 « Cr ». La méthode rationnelle s'exprime par la
 formule suivante :

$$Q_{pluv} = C_r \cdot I \cdot A$$

Avec:

Q : en (l / s)

A : en (ha)

i : en (l / s / ha)

Cr : en (l/s/ha)

Tableau IV.4: débit pluvial

SBV	habit+équip	surface (ha)	hab/surf	Cr	I (l/s/ha)	Q pluv (l/s)
SB1	2284	9,36	243,96	0,52	166,47	810,42
SB2	/	2,86	/	0,05	166,47	23,77
SB3	11150	8,67	1 286,15	0,9	166,47	1 298,86
SB4	3600	9,57	376,12	0,6	166,47	956,01
SB5	4740	7,79	608,79	0,85	166,47	1 101,70
SB6	6000	13,26	452,57	0,8	166,47	1 765,58
SB7	20000	13,34	1 499,37	0,9	166,47	1 998,47
SB8	9880	13,20	748,42	0,9	166,47	1 977,84
SB9	999	4,11	243,04	0,52	166,47	355,81
SB10	978	10,37	94,28	0,25	166,47	431,73
SB11	2609	6,14	425,12	0,8	166,47	817,32
SB12	4128	10,78	382,91	0,7	166,47	1 256,25
SB13	2004	7,54	265,75	0,52	166,47	652,76
SB14	1682	4,45	377,84	0,7	166,47	518,74
SB15	2298	7,32	313,89	0,6	166,47	731,25
SB16	1878	10,91	172,13	0,3	166,47	544,87
SB17	967	4,82	200,77	0,45	166,47	360,81
SB18	3790	13,71	276,34	0,45	166,47	1 027,40
SB19	50	7,73	6,47	0,2	166,47	257,34
SB20	2425	10,07	240,82	0,45	166,47	754,35
SB21	100	16,50	6,06	0,2	166,47	549,43
SB22	560	7,52	74,46	0,25	166,47	312,99
SB23	150	3,55	42,22	0,2	166,47	118,29
SB24	250	4,76	52,52	0,2	166,47	158,49

IV.6. Estimation du débit des équipements:

Tableau IV.5: débit des équipements

NSB	Surface (m2)	équipements	dotation (eq)	Qeq (l/s)
SB1	93 621	100	50	0,06
SB2	28 557	/	/	/
SB3	86 693	/	/	/
SB4	95 714	600	50	0,35
SB5	77 859	1150	50	0,67
SB6	132 575	/	/	/
SB7	133 389	/	/	/
SB8	132 012	700	50	0,41
SB9	41 104	/	/	/
SB10	103 739	100	50	0,06
SB11	61 371	/	/	/
SB12	107 806	/	/	/
SB13	75 408	300	50	0,17
SB14	44 516	/	/	/
SB15	73 212	/	/	/
SB16	109 102	500	50	0,29
SB17	48 165	200	50	0,12
SB18	137 148	200	50	0,12
SB19	77 295	50	50	0,03
SB20	100 699	1050	50	0,61
SB21	165 024	100	50	0,06
SB22	75 206	560	50	0,32
SB23	35 529	150	50	0,09
SB24	47 604	250	50	0,14

IV.7. Estimation du débit total :

Dans notre cas, on va adopter un coefficient de rejet de l'ordre de 80%.

Tableau IV.6: Débits d'eaux totaux collecteurs (existants)

NSB	Q _{eq} (l/s)	Q _{pte} (l/s)	Q _{eu total}	Q _{pluv} (l/s)	Q _{total} (l/s)
SB1	0,06	12,16	9,77	810,42	820,19
SB2	/	/	/	23,77	23,77
SB3	/	46,89	37,51	1 298,86	1 336,37
SB4	0,35	15,63	12,78	956,01	968,78
SB5	0,67	18,06	14,98	1 101,70	1 116,68
SB6	/	27,59	22,07	1 765,58	1 787,65
SB7	/	78,64	62,91	1 998,47	2 061,38
SB8	0,41	39,62	32,02	1 977,84	2 009,86
SB9	/	6,24	5,00	355,81	360,81
SB10	0,06	5,49	4,44	431,73	436,17
SB11	/	13,98	11,19	817,32	828,50
SB12	/	20,23	16,19	1 256,25	1 272,44
SB13	0,17	10,04	8,17	652,76	660,93
SB14	/	9,94	7,95	518,74	526,69
SB15	/	12,65	10,12	731,25	741,37
SB16	0,29	8,54	7,07	544,87	551,93
SB17	0,12	4,79	3,93	360,81	364,74
SB18	0,12	18,06	14,54	1 027,40	1 041,94
SB19	0,03	/	0,02	257,34	257,37
SB20	0,61	8,53	7,31	754,35	761,66
SB21	0,06	/	0,05	549,43	549,48
SB22	0,32	/	0,26	312,99	313,25
SB23	0,09	/	0,07	118,29	118,36
SB24	0,14	/	0,12	158,49	158,61

IV.8 Conclusion :

Une fois les débits d'eau usée et pluviaux évalués, nous allons entamer dans le chapitre V le diagnostic physique et hydraulique du réseau d'assainissement.



**CHAPITRE V:
DIAGNOSTIC ET CALCUL
HYDRAULIQUE**

CHAPITRE V: DIAGNOSTIC ET CALCUL HYDRAULIQUE

V.1. Introduction :

Les ouvrages formant le système d'évacuation (collecteurs et ouvrages spéciaux),
Doivent respecter certaines normes d'écoulement. L'implantation en profondeur des
Collecteurs se fait d'une manière à satisfaire aux conditions de résistance mécanique due aux
Charges extérieures et avec un meilleur choix du tracé du schéma d'évacuation

Un réseau d'assainissement convenablement dimensionné doit assurer :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors de l'habitation ;
- L'évacuation des eaux pluviales sans débordement.
- Le transport des eaux usées dans les conditions d'hygiène satisfaisantes ;

Après la détermination des débits d'eaux usées et pluviales, le présent chapitre a pour objectif la
conception et le dimensionnement hydraulique du réseau d'assainissement et ses ouvrages annexes.

V.1 diagnostic physique :

Le diagnostic physique consiste à mettre en exergue l'état actuel du réseau d'assainissement et les
différents points noirs qui existent et qui perturbent le fonctionnement normal du réseau
d'évacuation.

V.1.1 ville de Baraki : (bilan de 91 collecteurs) :

Afin de cerner et localiser le réseau existant et aussi connaître son état et déceler ses
dysfonctionnements.

- les collecteurs 5 (R210/R201),15 , 18,27,27,39,48, 50 (R266/R265) ,80, 82 (R487/R527) ,88,89,90
ont été réalisés récemment, de diamètre DN400 et DN 500 en PVC.
- Les autres collecteurs sont très anciens et vétustes, de diamètres DN200, DN300, DN400, DN500,
DN600 en béton armé
- Les collecteurs 1 et 20 de diamètre DN1000 en béton armé
- Le collecteur 25 de DN800 en béton armé
- La majorité des regards de visite sur le collecteur principal refoulent de l'eau lors des crues ce qui
explique le fonctionnement en charge du collecteur principal.
- Il existe même des regards détruits bien avant le point de rejet final.
- Il y'a aussi des conduites fissurées ou endommagées.



Figure V.1 : Photos pris par bureau d'études

V.1.2. Résultats du diagnostic physique :

Suite au diagnostic effectué sur le terrain nous avons pu ressortir les résultats suivants :

- Les réseaux d'assainissement sont de type unitaire ;
- Le réseau d'assainissement qui en PVC est en bon état,
- Les réseaux d'assainissement présentent des dysfonctionnements fréquents surtout en temps de pluie (incapacité hydraulique de véhiculer les débits pluviaux);
- certains regards de visite présentent un taux d'encrassements et remplissage important,
- certains réseaux d'assainissement ne sont pas profonds
- Le diagnostic théorique prononcera sur l'état hydraulique du réseau et par la suite la nécessité de sa réhabilitation ou renouvellement.

V.2 diagnostic hydraulique :

V.2.1 Conception du réseau :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau sur un schéma global conçu en fonction de la structure de l'agglomération, l'exutoire, et l'emplacement de la station d'épuration si elle existe.

- Les collecteurs sont définis par leur :
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Diamètres (intérieur et extérieur).
 - Pente.
 - Les joints et leur confection.
- Les ouvrages spéciaux sont également définis par leur.
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur, Leurs rôles à jouer

V.2.2 Dimensionnement du réseau d'assainissement :

V.2.2.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

Dans le cadre de l'assainissement, le dimensionnement du réseau d'assainissement du type unitaire doit dans la mesure du possible permettre l'entraînement des sables par les débits pluviaux pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite. Lorsqu'il s'agit de réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, les conditions d'auto curage doivent être satisfaites. Il faut assurer une vitesse minimale de 0.6 m /s pour le (1/10) du débit de pleine section, et une vitesse de 0.3 m / s pour le (1/100) de ce même débit avec un diamètre minimal de 300 mm.

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

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

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m / s à pleine section.

Pour les ouvrages d'importance moyenne les sections les plus favorables sont :

- De type circulaire ;
- De type ovoïde ;
 - L'hypothèse de dimensionnement du système d'évacuation en gravitaire est :

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

$$I_r = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \dots \dots \dots (5-1)$$

V.2.2.2 Formules des écoulements:

Dans le calcul des canalisations on utilise les différentes formules d'écoulement qui ont été développées par des chercheurs scientifiques. Parmi ses formules nous avons :

- a. La formule de Chézy :

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \dots \dots \dots (5-2)$$

Où :

I : Pente du collecteur (m/m).

Rh : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.

Le coefficient « C » est donné à son tour par la formule de Bazin :

$$C = \frac{87 \cdot R_h}{\delta + \sqrt{R_h}} \dots \dots \dots (5-3)$$

δ: Coefficient de Bazin qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux

Transportées. Dans laquelle :

δ = 0.06 pour les collecteurs d'eaux pluviales.

δ = 0.16 pour les collecteurs d'eaux usées.

- b. Formule de Manning-Strickler:

$$V = K_s \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \dots \dots \dots (5-4)$$

Avec :

K_s : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler ($K_s = 60$, considéré par les abaques, tenant compte des dépôts)

V.2.2.3 Mode de calcul :

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

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

A partir de l'abaque N° en annexe) valable pour le réseau pluvial en système unitaire ou séparatif, et pour les valeurs données des pentes, des débits, on déduit des diamètres normalisés, le débit Q_{ps} et la vitesse V_{ps} de la conduite remplie entièrement.

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par l'équation de la continuité :

$$Q = V \cdot S \dots \dots \dots (5-5)$$

Avec :

Q : Débit véhiculé par le collecteur (m^3/s).

V : Vitesse moyenne d'écoulement dans le collecteur qui est le rapport entre le débit volumique (m^3/s) et la section mouillée (m/s).

S : Section mouillée transversale de la conduite occupée par l'eau (m^2).

Les relations (5-4) et (5-5) serviront de base pour le dimensionnement de notre réseau, qui après combinaison, aboutissent à la relation suivante donnant le débit :

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m} \dots \dots \dots (5-6)$$

La relation (5-6) permet de déduire le diamètre d'un collecteur appelé à véhiculer le débit total dans les hypothèses suscitées :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots (5-7)$$

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

$$Q_{ps} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots (5-8)$$

D'après la méthode des régressions polynomiales et à partir des valeurs fournies par L'annexe N°1 (voir abaque) nous avons établi les relations entre Rq et Rv, ainsi entre Rq et Rh.

Les relations sont les suivantes :

$$R_v = -25,63 * R_q^6 + 93,647 * R_q^5 - 134,25 * R_q^4 + 95,24 * R_q^3 - 35,151 * R_q^2 + 7,0395 * R_q + 0,2263 \quad (5-9)$$

$$R_h = -11,423 * R_q^6 + 40,641 * R_q^5 - 55,497 * R_q^4 + 37,115 * R_q^3 - 12,857 * R_q^2 + 2,8373 * R_q + 0,0359 \quad (5-10)$$

Tel que : $R_q = \frac{Q_t}{Q_{ps}}$

$$R_{qmin} = \frac{Q_{eu}}{Q_{ps}}$$

Ensuite on calcule les vitesses et les hauteurs :

$$R_v = \frac{V}{V_{ps}} \dots\dots\dots V = R_v * V_{ps}$$

$$R_h = \frac{H}{D_{nor}} \dots\dots\dots H = R_h * D_{nor}$$

$$R_{v,min} = \frac{V_{min}}{V_{ps}} \dots\dots\dots H_{min} = R_{h,min} * D_{nor}$$

$$R_{h,min} = \frac{H_{min}}{D_{nor}} \dots\dots\dots V_{min} = R_{v,min} * V_{ps}$$

Avec :

R_q : Rapport des débits.

R_v : Rapport des vitesses.

R_h : Rapport des hauteurs.

Q : Débit véhiculé par la conduite circulaire. (m³/s).

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

H : Hauteur de remplissage dans la conduite (m).

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

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

D : Diamètre normalisé de la conduite (mm).

Pour la vérification de la vitesse d'auto-curage nous avons deux conditions à vérifier:

Condition 1: Vitesse d'écoulement ($V > 1.00 \text{ m/s}$)

Condition 2: $V_{min} > 0.60 \text{ m/s pour } (Q_{ps}/10) \approx Q_{min}$

$$V_{min} > 0.30 \text{ m/s pour } (Q_{ps}/100) \approx Q_{min}$$

V.2.2.4 Principe de tracé des collecteurs :

Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation ; les contre-inclinaisons sont à éviter dans la mesure du possible.

Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les grandes rues larges aussi rectilignes que possible ; les rues à circulation peu intense sont à préférer.

Lors du choix de la profondeur à laquelle se fait la pose des canalisations d'eau usée ; on doit tenir compte :

- Des profondeurs des caves avoisinantes ; si les caves sont anormalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide des pompes aux collecteurs.

En général, les épaisseurs de terre au dessus des canalisations ne doivent pas dépasser 2 à 2.5m sauf cas particulier ;

- la résistance au gel des canalisations : L'épaisseur de terre nécessaire et minimale pour empêcher la congélation du contenu des canalisations dépend du climat local (1.2 à 1.6m).

- Dans le cas où la nappe est proche de la surface du sol ; le tracé choisi doit l'éviter dans toute la mesure du possible pour limiter le problème de pose de canalisation, sinon, il faut analyser les eaux afin de choisir le matériau de la canalisation ; il faut veuille à l'étanchéité des canalisations et des joints afin d'éviter de drainer la nappe.

- Pour le cas de notre agglomération ; il existe une seule variante pour tracer les collecteurs. Cette variante se compose de :
- deux collecteurs principaux
- deux intercepteurs recevant les collecteurs principaux, et qui sont tracés suivant les voix principales.
- des collecteurs secondaires tracés suivant les pistes et les voix secondaires existantes.

Connaissant la répartition des sous bassins et leurs débits d'apports, et à base du levé topographique qu'on a sur l'ensemble de l'aire de l'étude, des tracés en plan des collecteurs existants ont été réalisés.

Par la suite des profils en long de l'ensemble de ces collecteurs seront réalisés, et qui serviront de base pour le dimensionnement hydraulique.

- ❖ Les tracés en plans des collecteurs existants sont présentés sur le **Plan N°01, Plan N°02, Plan N°03 & Plan N°04.**
- ❖ Les profils en long des collecteurs existants sont présentés sur le **Plan N°05, Plan N°06, Plan N°07, Plan°8, Plan N°09, Plan N°10 & Plan N°11.**

Avec :

Ctam : côte amont de terrain naturel (m) ;

Ctav : côte aval de terrain naturel (m) ;

CPam : côte projet amont (m) du terrain ;

CPav: côte projet aval (m) du terrain ;

L : longueur du collecteur entre deux regards (m) ;

Vmin : vitesse de l'écoulement en temps sec (m/s).

hmin : hauteur de remplissage en temps sec (mm) ;

Dexi: diamètre de conduite existante (mm) ;

Dcal: diamètre calculé (mm) ;

Dnor: diamètre norma

Les résultats sont dans les anexe1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

V.2.3 Dimensionnement des déversoirs d'orage

Les déversoirs

En hydraulique urbaine, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à réagir sur **d'orage** : l'économie d'un projet en réduction du réseau aval.

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

Emplacement des déversoirs d'orage :

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

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval
- Topographie du site et variations des pentes.

Type des déversoirs d'orage :

Pour notre projet nous avons opté pour le déversoir à seuil latéral et conduite aval libre. Ce type de déversoir a un écoulement libre de la conduite aval dont 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.

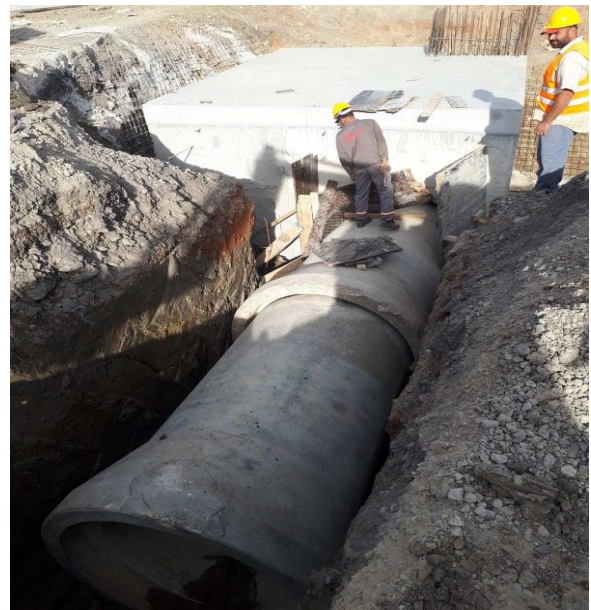


Figure V.2 : Déroulement des travaux du Déversoir d'orage.

V.2.3.1 calcul de déversoir d'orage :

Pour notre cas nous optons pour la triple dilution, c'est à dire, une partie d'eau usée domestique pour deux parties d'eau pluviale. Donc, le débit qui se dirige vers la station d'épuration par l'intermédiaire du déversoir d'orage est égal à trois fois les débits usés. 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 (Q_{US}) et du débit pluvial (Q_P)

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

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

$$Q_{ST} = 3 \cdot Q_{US} ;$$

- Le débit rejeté vers l'Oued:

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

- On détermine la valeur de la lame déversée (Hr)
- On détermine la longueur du seuil, déversant (L).

Dans notre projet nous avons un déversoir d'orage à dimensionner

Dimensionnement du DVO :

Les données de base sont les suivantes :

- Diamètre d'entrée : $D_e = 2000 \text{ mm}$
- Débit total à l'entrée : $Q_t = 8,732 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit de pointe allant vers la station : $Q_{st} = 0,489 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit rejeté vers l'oued: $Q_R = 8,613 \text{ m}^3/\text{s}$
- La pente égale à $0,01 \text{ m/m}$
- Hauteur d'eau à l'entrée : $H_e = 1199 \text{ mm}$

A)-Hauteur d'eau allant vers le rejet eau usée :

Pour calculer la hauteur d'eau transitée vers le rejet eau usée on doit passer au calcul de :

$$R_Q = \frac{Q_{st}}{Q_t} \text{ et } R_h = \frac{H_{st} 235}{D_e 2000}$$

On trouve :

$$R_Q = 0,06$$

$$R_h = 0,12$$

$$H_{st} = H_e \cdot R_h = 1199 \cdot 0,12 = 144 \text{ mm}$$

$$\mathbf{H_{ST} = 144 \text{ mm}}$$

Pour éviter le problème de dépôts au niveau du seuil et pour le bon fonctionnement du déversoir, nous optons pour une hauteur du seuil égale à 500 mm

Hauteur de la lame déversant :

La hauteur de la lame d'eau déversant se calcule par la formule suivante :

$$H_d = H_e - H_{st} \quad H_d = 1199 - 500 = 700 \text{ mm}$$

$$\mathbf{H_d = 700 \text{ mm}}$$

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

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

* La longueur du seuil déversant :

On applique la formule de BAZIN

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

Avec :

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

- L : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversant) 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 :

$$L = \frac{Q_R}{0,60 (2 * g)^{0,5} (H_d)^{1,5}}$$

$$L = \frac{8,613}{0,6(2*9,81)^{0,5} (0,70)^{1,5}} = 5.53m$$

On prend : $L = 5.53 \text{ m}$

Les résultats du calcul hydraulique sont présentés dans l'annexe N°1.

V.2.3.2 Calcul hydraulique de tronçon vers le rejet :

Débit pluvial sortie vers l'oued de Harrach : **Voir -annexe10-**

$$Q = Q_{total} - (3 * Q_{usé})$$

V.2.3.3 Calcul des dimensions de la galerie :

D'après le dimensionnement du seuil du DO on va calculer les dimensions de la galerie avec le nouveau débit corrigé. **Voir -annexe11- et -annexe12-**

Débit eau usé vers la STEP : $3 * Q_{usé}$

$$S_m = \frac{\pi D^2}{4}; \quad \text{Avec } b=2 \text{ et } L=38.65$$

$$h_m = \frac{S_m}{b} = 1.5$$



Figure V.3 : photos prises lors du stage pratique

V.2.4 Résultats et constats du diagnostic hydraulique :

Après l'établissement des profils en long suivis par une vérification de la capacité des collecteurs existants à véhiculer les débits d'eaux usées et pluviales, nous avons pu ressortir les résultats suivants :

- Dans les condition optimales la capacité d'évacuation des Collecteur CP25(suite1), CP25(suite2), CP20, CP20(suite), CP1, CP1(suite1) et CP1(suite2) en DN400 ,600,800 et 1000 est insuffisante (collecteurs sous dimensionné). (Voir : annexe 2, annexe 3, annexe4, annexe 5, annexe 7, annexe 8 et annexe 9)
- La majorité des collecteurs présentent des faibles pentes.
- Collecteur CP25 (suite1) de R452 jusqu'au R381 présente une contre pente.
(Voir annexe 2)

- Collecteur CP25 (suite2) de R378 jusqu'au R376 présente une faible pente 0.00%
- Correction de la cote projet R377 de 25,7 à 25,65.
De R376 jusqu'au R374 présente des contres pentes -0,002 corrige 0,001.
(Voir annexe 3)
- Collecteur CP20 de R126 jusqu'au R134 présente des faibles pentes.
(Voir annexe 4)
Collecteur CP20 (suite) de R134 jusqu'au R246 présentes des pentes nulles corrige 0.001.
(Voir annexe 4)
- Collecteur CP14 de R37 et R36 présente des pentes nulles corrige 0.001.
(Voir annexe 6)
- Collecteur CP1 (suite1) R56 présente une contre pente -0.04 corrige 0.002.
R42 présente une pente nulle 0.00 corrige 0.004. **(Voir annexe 8)**
- Collecteur CP1 (suite2) R17 et R16 présentes des contes pentes corriger 0.002. **(voir annexe 9)**

V.2.5 Conclusion

Une fois le diagnostic du réseau d'assainissement finalisé, il est recommandé de procéder au renouvellement des collecteurs défectueux en respectant les nouvelles dimensions des collecteurs ainsi que la pente afin d'assurer un fonctionnement optimal ainsi que la longévité du réseau.



CHAPITRE VI :
ELEMENT CONSTITUTIFS
DE RESEAU
D'ASSAINISSEMENT

CHAPITRE VI : ELEMENT CONSTITUTIFS DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT

VI.1. Les éléments constitutifs des réseaux d'assainissement

Les ouvrages d'assainissement comprennent :

- Des ouvrages principaux qui correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration.
- Des ouvrages annexes qui constituent toutes les constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle et correcte du réseau (bouches d'égout, regards, déversoirs d'orage... etc.)

VI.1.1. Ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'évacuation à l'exutoire et l'entrée des effluents dans la station d'épuration.

VI.1.1.1 Le collecteur principal

C'est une canalisation ou conduite principale sur laquelle sont branchées des canalisations secondaires ou terraines dans un système d'assainissement. Le collecteur effectue un assemblage et reprends les eaux usées de plusieurs réseaux d'égout pour les conduire à la station d'épuration.

Les conduites

Sont des canalisations qui servent à transporter un fluide (eaux usées, eaux pluviales...). Elles se présentent sous forme :

- De conduites circulaires préfabriqués en usine, le plus souvent normalisés ou construits sur place, visitables ou non.
- De conduites ovoïdes visitables préfabriqués en usine et normalisé également.
- D'ouvrages visitable de profit particulier réservé aux émissaires importants d'évaluation et qui sont en usage dans les grandes villes.

VI.1.1.1.1. Types de canalisations :

A. Conduites circulaires: Il existe plusieurs types de conduites circulaires qui diffèrent suivant le type de matériaux qui les constituent et suivant leur destination. L'utilisation des conduites circulaires est surtout réservée pour les faibles sections par rapport aux autres formes de sections.

La forme circulaire est très simple à fabriquer, elle peut être utilisée pour les grandes sections avec certains inconvénients :

- Largeur importante de la tranchée.
- Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles dans les sections de la canalisation, d'où surgit la difficulté du curage et d'entretien.



Figure VI.1. Conduites circulaires (source: Google image)

B. Conduite ovoïde : Ce sont des conduites de forme parabolique évasée, fermées à leur partie supérieure. Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement aussi constante que possible quel que soit le débit. Il existe une quantité très importante de forme d'égouts ovoïdes. Un autre intérêt de cette forme de conduites est de permettre un accès relativement facile au réseau.

Généralement les conduites ovoïdes remplacent le profil circulaire quand celui-ci dépasse 800 mm de diamètre (problème d'auto curage). La longueur utile de ces conduites est au minimum de 1m et peuvent être présentés soit en béton armé ou en béton non armé

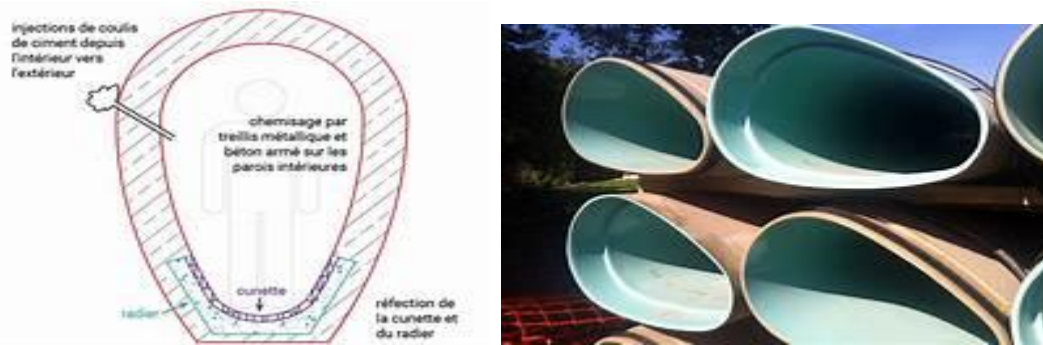


Figure VI.2. Conduite ovoïde(source: Google image)

Canalisations visitables : Les collecteurs anciens supportent de plus difficilement les exigences de la vie moderne (surcharge, produits de plus en plus agressifs, débits plus importants), pour cela on doit effectuer un curage (nettoyage) ce qui est plus facile avec des canalisations visitables. Elles se composent d'une cheminée située sous trottoir et une galerie d'accès qui permet l'intrusion des engins de curage. Les canalisations ont une hauteur intérieure au moins égale à 1.6 m. Le radier de la galerie sera surélevé par rapport au radier de l'égout pour que les eaux puissent s'écouler.

VI.1.1.1. 2. Matériaux de canalisations :

a. Conduites en béton : Les conduites en béton sont rarement utilisées car elles sont fragiles et elles se fissurent facilement, ce qui a pour effet d'accroître les débits d'infiltration. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables, sous voirie. La longueur utile ne doit pas dépasser 2.50 m.

b. Conduites en béton armé : Les conduites d'égout en béton armé préfabriqué sont les plus utilisées en assainissement. On y fait appel pour évacuer les eaux usées par gravité. On rend étanches les jonctions entre les tronçons de conduite par l'installation de garnitures de caoutchouc, obligatoirement de nos jours pour les réseaux d'égout sanitaire et pluviaux. Afin d'éviter l'infiltration d'eau au niveau des raccordements des branchements.

Avantage :

- Bonne étanchéité.
- Pose et assemblage faciles.
- Résistance aux effets mécanique et aux attaques chimiques.
- Sont disponibles dans une grande variété de diamètre et de classes

Inconvénients :

- Subissent aisément la corrosion due aux acides
- Sont particulièrement difficiles à manipuler lorsqu'elles ont de grands diamètres à cause de leurs poids élevé.



Figure VI.3. Conduite en béton armé(source: Google image)

c. Conduites en amiante ciment : Elles se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau ; ces conduites peuvent servir à l'évacuation des eaux usées par gravité ou sous pression.

Avantage :

- Légèreté
- Facilité d'installation
- Grande étanchéité des joints entre les tronçons et les branchements
- Faible rugosité du matériau
- Grande longueur des tronçons de conduites (4m), le nombre de jonctions nécessaires est inférieur à celui requis pour les conduites en bétons.

Inconvénients :

- Fragilité de l'amiante-ciment
- Coût élevé des conduites de grands diamètres

d. Conduite en grès : Les canalisations en grès offrent une résistance aux eaux usées agressives, à tous les Ph extrêmement acide à basique (pH 0-14). Les eaux usées de température élevée (jusqu'à 90 °C) peuvent être aussi récoltées dans des canalisations en grès. Ce matériau convient en outre idéalement à l'évacuation des eaux usées industrielles car il est inattaquable par les agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. D'autre part les tuyaux en grès présentent aujourd'hui des classes de résistance supérieures, ce qui permet de les enfouir à de grandes profondeurs. Enfin, les tuyaux en grès résistent parfaitement à l'érosion.

e. Conduite en PVC : Les conduites en PVC s'utilisent principalement pour les évacuations des eaux usées. Ces tubes sont d'un usage pratique par leur légèreté et leur relative facilité à mettre en œuvre. Le PVC rigide non plastifié, utilisé en assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique. Il est sensible à l'effet de température. Les caractéristiques du (PVC) sont:

- Matière plastifiée de synthèse polychlorure de vinyle ($\text{CH}_2\text{-CHCL}$) ;
- Imperméable
- Facilite du transport et du branchement
- Légère de poids
- Résistance aux gaz chimiques
- La longueur minimale est de 6 m
- Résistance mécanique aux chocs, à l'abrasion et à la corrosion



Figure VI.4. Conduite en PVC (source: Google image)

f. conduite en PEHD : Ce matériau a l'avantage de véhiculer un débit important ($\text{KS}=110$) et a pour particularité d'être facile à manipuler lors des travaux (transport, pose et poids). Son inconvénient est que pour les diamètres supérieurs à 600 mm le produit n'est pas très disponible sur le marché.



Figure VI.5. Conduite en PEHD (source: Google image)

➤ **Choix du type de canalisation** : Le choix du type de canalisation se fait selon :

- La nature du sol traversé
- Les diamètres utilisés
- La nature chimique des eaux usées
- Les efforts extérieurs dus au remblai
- Les pentes du terrain

➤ **Conclusion** : Ce choix est complexe car il s'agit d'opter pour un produit qui offre le meilleur compromis entre la fiabilité et le coût, et le souci de respecter la durée de vie des ouvrages et l'environnement. Pour notre projet, nous adoptons pour les conduites de forme circulaire du type:

- des conduites en béton armé pour un diamètre normalisé supérieur à 800 mm.
- Des conduites en PVC pour un diamètre normalisé inférieur à 600 mm.

Vus les avantages que présentent ces deux matériaux

VI.1.1.1.3. L'assemblage des conduites en PVC

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

a. Assemblage par collage à froid : Les conditions à respecter pour obtenir un collage satisfaisant sont :

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

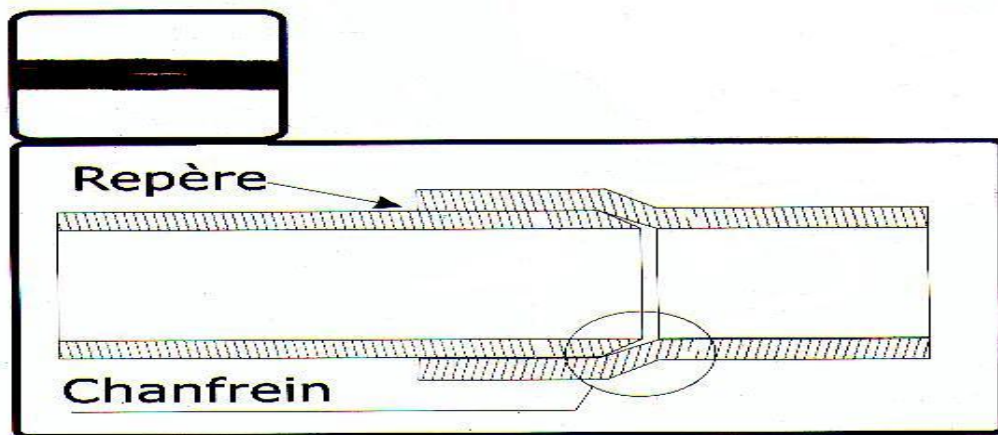


Figure VI.6. Assemblage par collage à froid (source: Google image)

b. Assemblage à joint : Les conditions à respecter pour obtenir un collage satisfaisant sont :

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

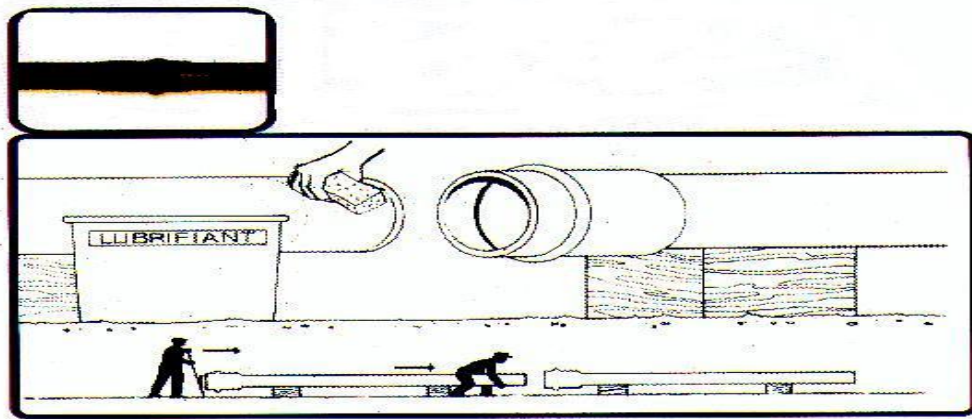


Figure VI.7. Assemblage à joint. (source: Google image)

VI.1.1.2. Les joints

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

a. Joint type Rocla : Ce sont des joints à emboîtement où l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité d'un anneau placé dans sa longueur ; le jeu de 1cm permet la non transmission des contraintes longitudinales. Il est valable pour tous les diamètres. Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées.

b. Joint à demi-emboîtement : La liaison entre deux bouts se fait par bourrage de ciment. Il est utilisé uniquement dans les terrains durs et pour la canalisation sans charge. Le déboîtement est très facile pour les terrains qui tassent et /ou en pente.

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

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

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

f. Joint à double anneaux : L'anneau est en polyester et se compose d'une partie mouillée dans l'emboîtement et d'une partie mouillée sur le fut

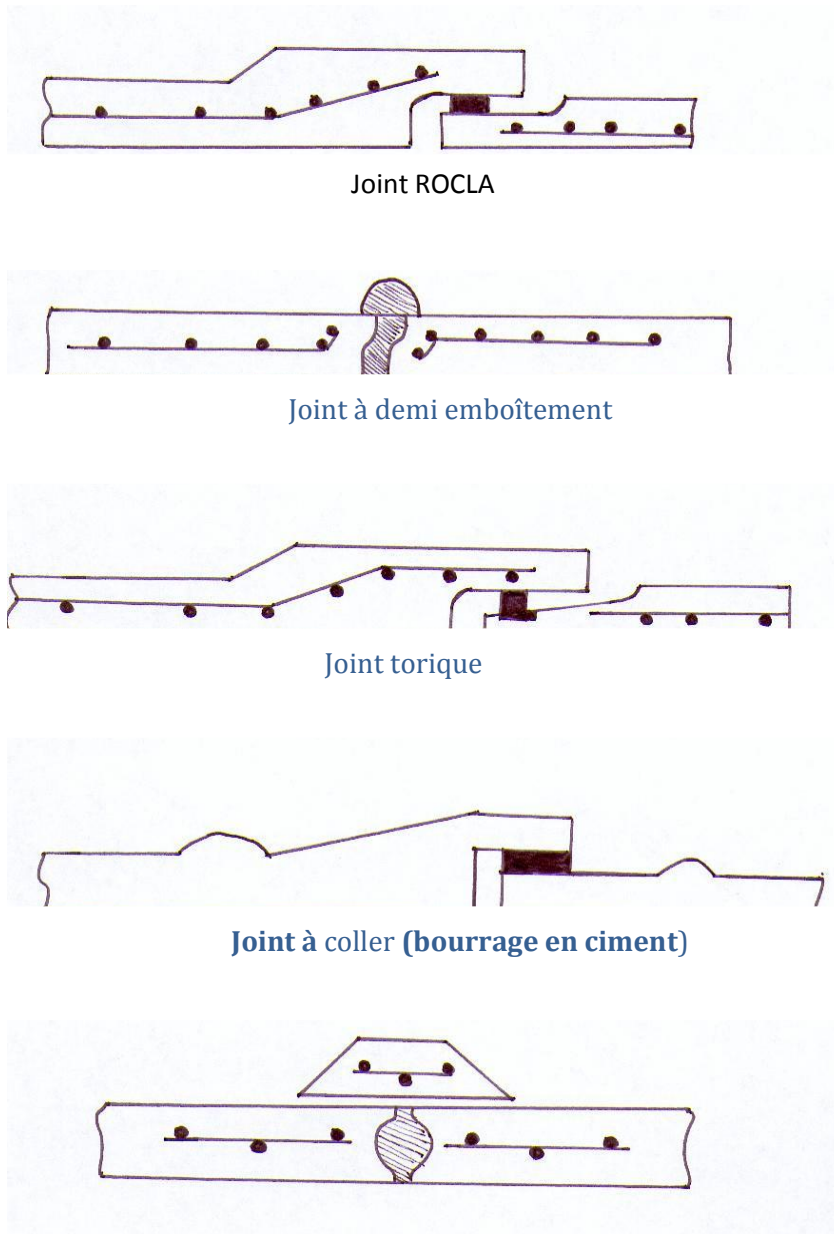


Figure VI.8. Différents type de joints sur tuyaux en béton (source: Google image)

VI.1.1.3. Choix du type du matériau (les joints)

Le choix du matériau reposera sur les critères suivants :

- Permettre de véhiculer un maximum de débit dans des conditions hydrauliques conforme aux normes
- Disponibilité du produit sur le marché
- Facilité des travaux
- Rapport qualité prix.

VI.1.2. Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation des réseaux d'égout. Les ouvrages annexes participent au réseau au même titre que les canalisations en exploitation. Les ouvrages annexes sont à considérés selon trois groupes distinctes :

- Les dispositions installées chez les particuliers.
- Les ouvrages normaux courants.
- Les ouvrages spéciaux.

VI.1.2.1. Ouvrages normaux

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

VI.1.2.1. 1 .Ouvrages des surfaces

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

- A) - Les ouvrages de recueil et de transport
- B) - Les ouvrages de recueil proprement dits en tête et sur le cours du réseau principal.

A)- les ouvrages des surfaces et de transport :

- a. Les caniveaux :** Les caniveaux sont destinés à la recueillir des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout. Ce sont des rigoles qui permettent l'écoulement des eaux de pluie le long d'un trottoir.



Figure VI.9. Les caniveaux (source: Google image)

b. Branchements: Les branchements sont placés sous la voie publique et partiellement sous le domaine privé dans les propriétés des riverains. Les branchements doivent être équipés de dispositifs étanches et de canalisations capables de résister au moins à la pression résultant de la dénivellation mesurée depuis le niveau de la voie publique. Un branchement particulier comprend trois parties :

- Le regard de façade.
- La canalisation de branchement.
- Le dispositif de raccordement.

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

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

d. Les bouches d'égout : Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (Pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées soit au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir. La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m. La section d'entrée est fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

Elles peuvent être classées selon deux critères : la manière de recueillir des eaux et la manière dont les déchets sont retenus.

a) La façon dont on recueille les eaux :

- bouches à accès latéral aménagées au bord des trottoirs;
- bouches à accès par le dessus situées sous les promenades, parcs de stationnement ou sous caniveaux dans le cas de trottoirs étroits ou particulièrement encombrés de câbles et de canalisations diverses ou en bordure des voies à forte pente.

b) La façon dont les déchets sont retenus :

- avec décantation;
- Sans décantation (dans ce cas les bouches doivent être sélectives, c'est-à-dire comporter un panier amovible permettant d'arrêter les déchets).



Figure VI.10. Bouche d'égout (source : wikipedia)

VI.1.2.1.2. Les ouvrages d'accès au réseau (les regards)

Les regards sont en fait des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ils permettent aussi l'aération des ouvrages et le raccordement des conduites. Ce type de regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation.

L'emplacement et la distance entre deux regards est en fonction de la topographie du site et la nature des ouvrages.

Les regards doivent être installés :

- Au début du réseau
- A chaque changement de direction
- A chaque changement de diamètre
- A chaque changement de pente
- Aux points de jonction
- Aux points de chute

La distance entre deux regards est variable

De 35 à 50 m en terrain accidenté.

De 50 à 80 m en terrain plat.

Les dimensions d'un regard :

Diamètre des conduites en mm	Dimension du regard en m*m
300	1,1*1,1
400	1,1*1,1
500	1,2*1,2
600	1,2*1,2
800	1,6*1,6
1000	2,0*2,0
1200	2,2*2,2
1500	2,5*2,5
1800	3,0*3,0

Tableau VI.1. Les dimensions d'un regard

- **Regard de visite:** C'est une ouverture pratique dans une canalisation afin d'en permettre l'examen visuel généralement à l'aide d'un appareil optique. Le regard de visite est aussi l'accès principal lors des travaux de maintenance ou de réhabilitation sans tranchée.

- **Regard de changement de direction :** Ce type de regard est adopté lorsqu'on a un changement de direction. Ils peuvent être assurés par des coudes à différents angles.



Figure VI.11. Regard de changement de direction (source: Google image)

- **Regard de changement de diamètre** : Ce type de regard est utilisé lorsqu'il y aura un changement de diamètre entre l'entrée et la sortie.



Figure VI.12. Regard de changement de diamètre(source: Google image)

- **Regard de changement de pente** : Installé lorsque la pente du terrain change.
- **Les regards de jonction** : Ces regards forment le point d'unification de deux collecteurs de même diamètre ou non.
- **Regard intermédiaire** : Il est installé à des distances assez rapprochées même si la pente est régulière (faible) pour pouvoir contrôler le réseau.
- **Regard de chute** : Ils sont placés dans les terrains à forte pente



Figure VI.13. Regard de chute(source: Google image)

VI.1.2.2.1. Déversoir d'orage

Un déversoir d'orage est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales et d'éviter les débordements. Ils sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

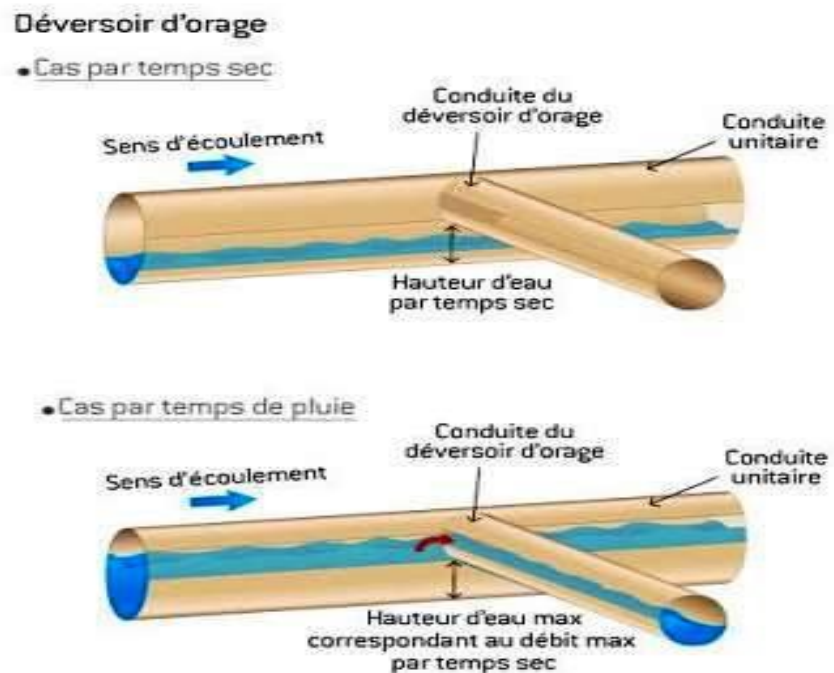


Figure VI.14. Déversoir d'orage (source: Google image)

V.2. Le choix du tracé d'un réseau d'assainissement

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 occupations de sol à desservir.
- Les conditions économiques : le cout et les frais d'investissement et d'entretien.
- Les conditions d'environnement : nature des rejets et du milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire et peuvent avoir des dispositions très diverses selon le système choisi, leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des types ci-dessous :

A. Schéma perpendiculaire : Le schéma perpendiculaire à écoulement direct dans le cours d'eau est le prototype des réseaux pluviaux en système séparatif.

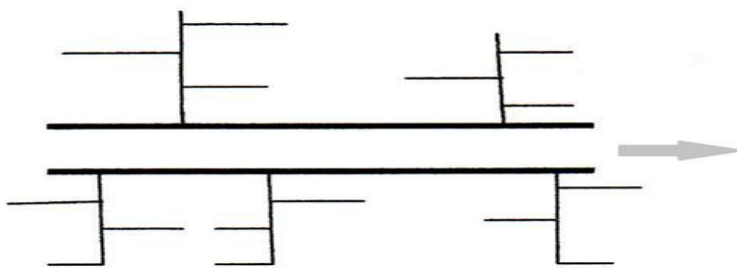


Figure VI.15. Schéma perpendiculaire (source: Google image)

B. Schéma par déplacement latéral : Le schéma par déplacement latéral est le plus simple de ceux permettant de transporter l'effluent à l'aval de l'agglomération en vue de son traitement. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau.

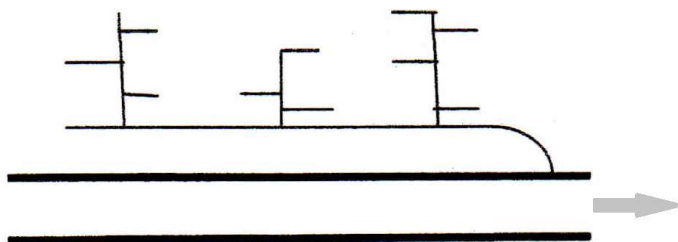


Figure VI.16. Schéma par déplacement latéral. (Source: Google image)

C. Schéma transversal ou oblique : Le schéma à collecteur transversal ou oblique permet, plus aisément que le précédent, le transit de l'effluent en aval de l'agglomération.

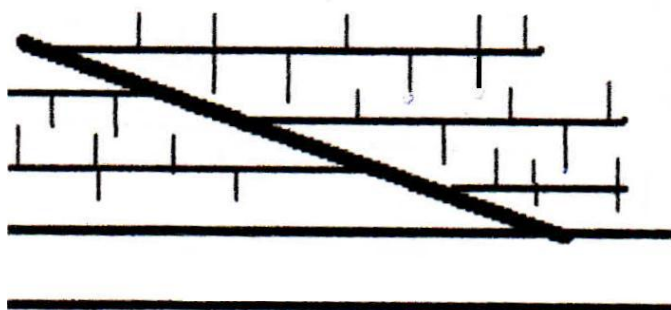


Figure VI.17. Schéma à collecte transversale (source: Google image)

D. Schéma par zone étagée : Ce schéma est une transposition du schéma par déplacement latéral mais avec multiplication des collecteurs bas des apports en provenance du haut de l'agglomération.

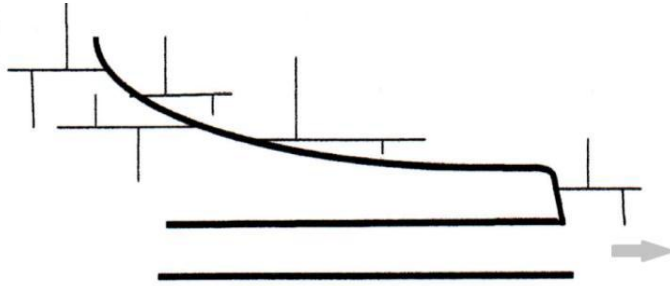


Figure VI.18. Schéma par zone étagée

E. Schéma radial : Le schéma radial peut convenir aux régions plates, il permet de concentrer l'effluent en un ou plusieurs points où il sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération.

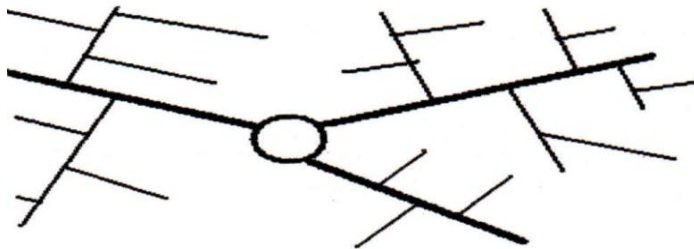


Figure V.19. Schéma radial (source: Google image)

VI.3. Conclusion

Pour notre cas, en tenant compte de la disposition des équipements socio collectifs au niveau de la voirie, et du levé topographique, on optera pour le schéma à déplacement latéral. Ce schéma permet de ne pas charger les collecteurs et de ne pas avoir des diamètres importants au centre de l'agglomération.

CONCLUSION GENERALE

Dans le cadre de la réalisation du nouveau projet Metro d'Alger, il a été indispensable de procéder à la déviation du collecteur principal de la ville de Baraki afin de pouvoir entamer les travaux dudit projet. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude qui a pour objectif principal la réalisation de la déviation en tenant compte les différentes anomalies et dysfonctionnement du réseau d'assainissement existant.

Pour ce faire, un diagnostic détaillé du réseau d'assainissement existant a été réalisé afin de déterminer les anomalies de fonctionnement et aussi de projeter un nouveau réseau qui permet d'évacuer tous les débits des eaux usées et pluviales dans des conditions favorables pour éviter les problèmes qui menacent la santé publique et le milieu naturel.

Le diagnostic hydraulique a montré que certains collecteurs ne sont pas en mesure d'évacuer la totalité des débits pluviaux. Pour y remédier, il a été utile de procéder à la projection d'un déversoir d'orage afin de décharger le réseau en période de crue.

L'étude que nous venons de présenter tient compte du réseau existant car on maintient le maximum de collecteurs, ce qui nous permet d'éviter beaucoup de travaux à l'intérieur de la ville et aussi de réduire le coût de réalisation.

Nous espérons qu'avec le biais de ce travail nous avons apporté un plus en matière d'assainissement afin de préserver l'environnement et la santé des citoyens.

Références bibliographiques

- Fellah.T et Beghou.S** 2013(étude de diagnostic de réseau de l'assainissement de la ville d'Ain Fakroun w.Oum El Bouagui).
- Boughazi.kh** 2012 (risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger).
- MFE Taibi.A** 2011 (conception du réseau d'assainissement et du bassin urbain de oued m'kacel commune de bab el oued w.alger).
- MFE Remita.H** 2011 (étude du réseau d'assainissement du centre el kouir ville de lakhdaria w.bouira).
- Google Map** 2020.
- C.I.B.E Ir o. Broers** 2003 (coffrets individuels de branchement électrique).
- R.P.A** 1999 modifié en 2003 (règles parasismiques algériennes).
- Wikipedia** 2020.
- A.N.R.H** (agence national des ressources hydrauliques).
- O.N.M** (office national de la métrologie).
- l'APC** de la commune de Baraki.
- Meteoblue**.
- Cours Mme Taibi.S.** (Analyse et modélisation hydrologique).
- Google image**

Références sitographiques

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Baraki_\(Alg%C3%A9rie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Baraki_(Alg%C3%A9rie))

<https://www.google.com/maps/place/Baraki/@36.6699722,3.0632448,13z/data=!3m1!4m1!4m5!3m4!1s0x128e534d86fca489:0x7ed1847b8102dfb!8m2!3d36.6685704!4d3.1025581>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Baraki_\(Alg%C3%A9rie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Baraki_(Alg%C3%A9rie))

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/baraki_alg%c3%a9rie_2505653

<https://www.google.com/maps/place/Baraki/@36.6741806,3.0848953,356m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x128e534d86fca489:0x7ed1847b8102dfb!8m2!3d36.6685704!4d3.1025581>

<https://www.google.com/search?q=conduite+circulaire+beton&tbm=isch&ved=2ahUKEwiImt2spdjrAhUF4hoKHXqKC6MQ2->

[cCegQIABAA&oq=conduite+circulaire+beton&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHICGO1iN SGCrS2gAcAB4AIABnwGIAdUGkgEDMC42mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE &sclient=img&ei=1s5WX4jXGYXEa_qUrpqK&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=O uglI1n7KShuGM&imgdii=MhaR1AyQAVKvAM](https://www.google.com/search?q=conduite+circulaire+beton&tbm=isch&ved=2ahUKEwiImt2spdjrAhUF4hoKHXqKC6MQ2-cCegQIABAA&oq=conduite+circulaire+beton&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHICGO1iN SGCrS2gAcAB4AIABnwGIAdUGkgEDMC42mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE &sclient=img&ei=1s5WX4jXGYXEa_qUrpqK&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=O uglI1n7KShuGM&imgdii=MhaR1AyQAVKvAM)

<https://www.google.com/search?q=conduite+ovoide&tbm=isch&ved=2ahUKEwjJwtqxpdrAhUM-BoKHbaSAS0Q2->

[cCegQIABAA&oq=conduite+ovoide&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGD0CCAA6BggAE AUQHjoGCAAQCBAeUMiJBFjEnARgmqQEaABwAHgAgAF7iAHDBZIBAzAuNpgBAK ABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=4M5WX8nSNizwa7alhugC&bih=625 &biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=pHMdU-81fwkoHM](https://www.google.com/search?q=conduite+ovoide&tbm=isch&ved=2ahUKEwjJwtqxpdrAhUM-BoKHbaSAS0Q2-cCegQIABAA&oq=conduite+ovoide&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQGD0CCAA6BggAE AUQHjoGCAAQCBAeUMiJBFjEnARgmqQEaABwAHgAgAF7iAHDBZIBAzAuNpgBAK ABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=4M5WX8nSNizwa7alhugC&bih=625 &biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=pHMdU-81fwkoHM)

<https://www.google.com/search?q=conduite+circulaire+beton&tbm=isch&ved=2ahUKEwiImt2spdjrAhUF4hoKHXqKC6MQ2->

[cCegQIABAA&oq=conduite+circulaire+beton&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHICGO1iN SGCrS2gAcAB4AIABnwGIAdUGkgEDMC42mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE &sclient=img&ei=1s5WX4jXGYXEa_qUrpqK&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=O uglI1n7KShuGM](https://www.google.com/search?q=conduite+circulaire+beton&tbm=isch&ved=2ahUKEwiImt2spdjrAhUF4hoKHXqKC6MQ2-cCegQIABAA&oq=conduite+circulaire+beton&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHICGO1iN SGCrS2gAcAB4AIABnwGIAdUGkgEDMC42mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE &sclient=img&ei=1s5WX4jXGYXEa_qUrpqK&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=O uglI1n7KShuGM)

https://www.google.com/search?q=conduite+pvc&tbm=isch&ved=2ahUKEwjF1JbUpdjrAhUR04UKHVwuD7oQ2-cCegQIABAA&oq=conduite+pvc&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyAggAMgIIADIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIGCAAQCBAeMgYIABAIEB4yBAgAEBgyBAgAEBhQi_cWM38AmCtgANoAHAAeACAAXOIAcsCkgEDMC4zmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=Kc9WX4WcCZGmlwTc3LzQCw&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=3Env-0AMHxltmM&imgdii=AqEd0TZSfM9U7M

https://www.google.com/search?q=conduite+pehd&tbm=isch&ved=2ahUKEwjViM2BptjrAhVHgRoKHZH-DMQQ2-cCegQIABAA&oq=conduite+pehd&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzICCAAyBAgAEBgyBAgAEBgyBAgAEBgyBAgAEBgyBAgAEBgyBAgAEBgyBAgAEBhQ6ANY6ANg6gVoAHAAeACAAC8BiAHPAZIBAzItMZgBAKABAAoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=iM9WX9WkGceCapH9s6AM&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=gQFUWR7TtwZ9jM

https://www.google.com/search?q=les+casniveau&tbm=isch&ved=2ahUKEwiZ_MfpptjrAhUQ_BoKHdhPCGMQ2-cCegQIABAA&oq=les+casniveau&gs_lcp=CgNpbWcQAzIICAAQCBAHEB5Q2E5Y2E5gmJJoAHAAeACAAYYBiAGGAZIBAzAuMZgBAKABAAoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=YtBWX5nDGpD4a9ifoZgG&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=dprVuoOYOq8bFM

https://fr.wikipedia.org/wiki/Plaque_d%27%C3%A9gout

https://www.google.com/search?q=regard+de+changement+de+direction&tbm=isch&ved=2ahUKEwjXvM_vptjrAhVX44UKHZKCAmYQ2-cCegQIABAA&oq=regard+de&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgQIIxAnMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAOgUIABCxA1DH_ARYlpYFYOChBWgAcAB4AIABowGIAbcJkgEDMC45mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img

&ei=b9BWX5fJCNfG1wSShYqwBg&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=E7Uw8cJB6
ZMJIM

https://www.google.com/search?q=regard+de+chute&tbm=isch&ved=2ahUKEwjgib2Zp9jrAhUIHBoKHezmCbsQ2-cCegQIABAA&oq=regard+de+chute&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyAggAMgYIABAIEB4yBggAEAgQHjIGCAAQCBAeMgQIABAYOgQIIxAnUOjCAliX0AJgvdkCaABwAHgAgAGfAYgBzAWSAQMwLjWYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=xtBWX-COOli4aOzNp9gL&bih=625&biw=1349&hl=fr&hl=fr#imgrc=I4tPqFEM6bvVIM

https://www.google.com/search?q=schema+de+principe+d%27un+reseau+unitaire&hl=fr&sxsrf=ALeKk00LTBRIOoZYCH2BK6C1BsKa5O8yyQ:1599523832662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiQ2evOotjrAhUC3qQKHd1TBaoQ_AUoAXoECAwQAaw&biw=1366&bih=625#imgrc=sDkfr4hp2379aM

-annexe1-

COLLECTEUR CP25 R659-R379 (600BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB1+ SB2+ SB3	R659- R658	18,19	28,25	26,34	26,3	40,44	0,001	5,30	237,00	0,242	660	800	0,81	0,405	0,598	0,013	1,054	0,313	0,560	0,071	0,85	0,252	448	57
	R658- R617	28,25	28,3	26,3	26,27	38,80	0,001	10,55	474,00	0,485	896	1000	0,83	0,650	0,745	0,016	1,096	0,332	0,639	0,079	0,91	0,275	639	79
	R617- R605	28,3	28,46	26,27	26,23	39,12	0,001	15,80	711,00	0,727	990	1000	0,95	0,747	0,972	0,021	1,122	0,360	0,821	0,090	1,07	0,343	821	90
	R605- R611	28,46	28,54	26,23	26,2	36,34	0,001	21,05	948,00	0,969	1147	1500	1,12	1,980	0,489	0,011	0,992	0,297	0,496	0,065	1,11	0,333	744	97
	R611- R612	28,54	28,62	26,2	26,19	15,30	0,001	26,30	1 185,00	1,211	1303	1500	1,00	1,762	0,687	0,015	1,085	0,324	0,608	0,076	1,08	0,323	912	113
	R612- R577	28,62	28,65	26,19	26,17	22,17	0,001	31,55	1 422,00	1,454	1314	1500	1,17	2,070	0,702	0,015	1,088	0,326	0,615	0,076	1,27	0,382	923	114
	R577- R576	28,65	28,81	26,17	26,14	28,34	0,001	36,80	1 659,00	1,696	1351	1500	1,27	2,242	0,756	0,016	1,097	0,333	0,645	0,079	1,39	0,422	967	119
	R576- R675	28,81	28,87	26,14	25,98	22,22	0,007	42,05	1 896,00	1,938	991	1200	2,85	3,226	0,601	0,013	1,055	0,312	0,562	0,071	3,01	0,891	674	85
	R675- R379	28,87	28,71	25,98	25,71	36,26	0,007	47,30	2 133,00	2,180	1030	1200	2,90	3,280	0,665	0,014	1,079	0,321	0,596	0,074	3,13	0,930	715	89

-annexe2-

COLLECTEUR CP25(suite1) R453-R379 (800BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB4+SB5	R453-R452	29,31	29,31	26,55	26,38	18,94	0,009	3,96	293,96	0,298	471	600	2,01	0,567	0,525	0,007	1,015	0,274	0,518	0,055	2,04	0,549	311	33
	R452-R451	29,31	29,25	26,38	26,22	21,9	0,007	7,93	587,92	0,596	635	800	2,19	1,102	0,541	0,007	1,024	0,275	0,528	0,056	2,24	0,603	422	45
	R451-R450	29,25	29,19	26,22	26,05	22,21	0,008	11,90	881,88	0,894	733	800	2,24	1,128	0,792	0,011	1,102	0,297	0,666	0,064	2,47	0,666	533	52
	R450-R382	29,19	29,06	26,05	25,89	31,99	0,005	15,87	1 175,84	1,192	884	1000	2,10	1,653	0,721	0,010	1,092	0,291	0,625	0,062	2,30	0,612	625	62
	R382-R381	29,06	28,55	25,89	25,8	46,39	0,002	19,84	1 469,80	1,490	1149	1200	1,48	1,674	0,890	0,012	1,114	0,305	0,739	0,068	1,65	0,451	887	81
	R381-RSTN1	28,55	29,01	25,8	25,73	63,46	0,001	23,81	1 763,76	1,788	1367	1500	1,30	2,289	0,781	0,010	1,101	0,296	0,659	0,064	1,43	0,383	989	96
	RSTN1-R379	29,01	28,71	25,73	25,71	8,61	0,002	27,78	2057,72	2,086	1260	1500	1,88	3,322	0,628	0,008	1,066	0,283	0,577	0,059	2,00	0,532	865	88

-annexe3-

COLLECTEUR CP25(suite2) R379-R134 (800BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB14+ SB15+ CP25+ CP36	R379-R378	28,71	28,38	25,71	25,7	34,09	0,000	75,91	4238.45	4,314	2439	2500	0,94	4,609	0,936	0,016	1,119	0,333	0,783	0,079	1,05	0,313	1956	198
	R378-R377	28,38	28,68	25,7	25,65	15,02	0,003	76,73	4 286,18	4,363	1553	2200	2,90	11,042	0,395	0,007	0,927	0,274	0,434	0,055	2,69	0,795	956	121
	R377-R376	28,68	28,6	25,65	25,6	27,65	0,002	77,55	4 333,91	4,411	1749	2200	2,14	8,138	0,542	0,010	1,025	0,290	0,528	0,062	2,19	0,621	1162	136
	R376-R375	28,6	28,66	25,6	25,57	27,93	0,001	78,37	4 381,64	4,460	1936	2200	1,65	6,272	0,711	0,012	1,090	0,309	0,620	0,069	1,80	0,510	1364	153
	R375-R374	28,66	28,43	25,57	25,55	24,39	0,001	79,19	4429.37	4,509	2045	2200	1,44	5,480	0,823	0,014	1,105	0,321	0,686	0,074	1,59	0,463	1510	164
	R374-R372	28,43	28,37	25,55	25,47	27,79	0,003	80,01	4 477,10	4,557	1622	2200	2,70	10,268	0,444	0,008	0,961	0,279	0,467	0,057	2,59	0,754	1026	126
	R372-R369	28,37	28,32	25,47	25,37	41,21	0,002	80,83	4524.83	4,606	1682	2200	2,48	9,428	0,489	0,009	0,991	0,284	0,495	0,059	2,46	0,705	1090	130
	R369-R368	28,32	28,16	25,37	25,36	41,45	0,000	81,65	4572.56	4,654	2603	2600	0,87	4,641	1,003	0,018	1,122	0,340	0,855	0,082	0,98	0,297	2224	213
	R368-R366	28,16	28,12	25,36	25,32	40,9	0,001	82,47	4620.29	4,703	2010	2000	1,48	4,642	1,013	0,018	1,120	0,341	0,867	0,082	1,66	0,504	1735	165
	R366-R364	28,12	28,09	25,32	25,24	41,1	0,002	83,29	4668.02	4,751	1773	1800	1,94	4,945	0,961	0,017	1,122	0,335	0,809	0,080	2,18	0,652	1455	144
	R364-R362	28,09	28,03	25,24	25,16	41,11	0,002	84,11	4 715,75	4,800	1780	1800	1,94	4,944	0,971	0,017	1,122	0,336	0,819	0,081	2,18	0,653	1475	145
	R362-R361	28,03	27,87	25,16	25,02	41,5	0,003	84,93	4763.48	4,848	1612	1800	2,56	6,509	0,745	0,013	1,096	0,312	0,638	0,071	2,80	0,799	1149	127
	R361-R318	27,87	27,73	25,02	24,91	28,02	0,004	85,75	4 811,21	4,897	1572	1800	2,76	7,022	0,697	0,012	1,087	0,307	0,613	0,069	3,00	0,848	1103	124
	R318-R288	27,73	27,6	24,91	24,87	35,04	0,001	86,57	4858.94	4,946	1990	2000	1,60	5,015	0,986	0,017	1,122	0,338	0,836	0,081	1,79	0,539	1673	162
	R288-R287	27,6	27,53	24,87	24,77	33,77	0,003	87,39	4906.67	4,994	1670	2000	2,57	8,077	0,618	0,011	1,063	0,298	0,571	0,065	2,73	0,767	1143	130
	R287-R285	27,53	27,4	24,77	24,68	27,92	0,003	88,21	4954.4	5,043	1650	2000	2,68	8,427	0,598	0,010	1,054	0,296	0,561	0,064	2,83	0,795	1121	128
	R285-R286	27,4	27,23	24,68	24,65	28,25	0,001	89,03	5 002,13	5,091	2039	2000	1,54	4,837	1,053	0,018	1,106	0,345	0,913	0,084	1,70	0,530	1826	168
	R286-R282	27,23	27,23	24,65	24,61	34,63	0,001	89,85	5049.86	5,140	2014	2000	1,61	5,045	1,019	0,018	1,119	0,341	0,874	0,083	1,80	0,548	1748	165
	R282-R281	27,23	27,15	24,61	24,55	27,75	0,002	90,67	5097.59	5,188	1797	2000	2,20	6,902	0,752	0,013	1,097	0,313	0,642	0,071	2,41	0,687	1285	142

	R281- R279	27,15	26,99	24,55	24,52	40,73	0,001	91,49	5 145,32	5,237	2207	2200	1,37	5,194	1,008	0,018	1,121	0,340	0,862	0,082	1,53	0,464	1896	181
	R279- R280	26,99	26,71	24,52	24,46	38,48	0,002	92,31	5 193,05	5,285	1924	2200	1,99	7,557	0,699	0,012	1,088	0,307	0,614	0,069	2,16	0,611	1351	151
	R280- R134	26,71	26,71	24,46	24,45	3,35	0,003	93,13	5240,78	5,334	1709	2200	2,75	10,456	0,510	0,009	1,005	0,286	0,509	0,060	2,77	0,787	1120	132

-annexe4-

COLLECTEUR CP 20 R121-R134 (1000BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB6+SB7	R121-R122	26,98	26,86	24,68	24,66	25	0,001	7,08	313,67	0,321	762	800	0,73	0,365	0,880	0,019	1,112	0,350	0,730	0,086	0,81	0,254	584	69
	R122-R123	26,86	26,7	24,66	24,53	25	0,005	14,16	627,34	0,642	696	800	1,85	0,930	0,690	0,015	1,085	0,326	0,609	0,076	2,01	0,602	487	61
	R123-R124	26,7	26,64	24,53	24,44	29,53	0,003	21,24	941,01	0,962	896	1000	1,64	1,291	0,746	0,016	1,096	0,333	0,639	0,079	1,80	0,547	639	79
	R124-R125	26,64	27,25	24,44	24,28	51,85	0,003	28,32	1 254,68	1,283	995	1000	1,65	1,299	0,988	0,022	1,122	0,364	0,839	0,092	1,86	0,602	839	92
	R125-R120	27,25	27,17	24,28	24,15	67,84	0,002	35,40	1 568,35	1,604	1184	1400	1,63	2,510	0,639	0,014	1,071	0,319	0,582	0,073	1,75	0,520	815	103
	R120-R126	27,17	26,74	24,15	24	84,32	0,002	42,48	1 882,02	1,925	1285	1400	1,57	2,418	0,796	0,018	1,102	0,340	0,669	0,082	1,73	0,534	936	115
	R126-R127	26,74	26,7	24	23,98	5,33	0,004	49,56	2 195,69	2,245	1184	1400	2,28	3,512	0,639	0,014	1,071	0,319	0,583	0,073	2,44	0,728	816	103
	R127-R130	26,7	26,72	23,98	23,96	78,58	0,000	56,64	2509,36	2,566	2061	2000	0,75	2,368	1,084	0,024	1,081	0,376	0,947	0,097	0,81	0,283	1894	194
	R130-R131	26,72	27,08	23,96	23,94	9,23	0,002	63,72	2823,03	2,887	1442	2000	2,20	6,909	0,418	0,009	0,943	0,288	0,449	0,061	2,07	0,634	899	122
	R131-R132	27,08	27,06	23,94	23,92	29,92	0,001	70,80	3 136,70	3,208	1870	2000	1,22	3,838	0,836	0,018	1,107	0,345	0,696	0,084	1,35	0,421	1392	168
	R132-R133	27,06	27,02	23,92	23,9	45,82	0,000	77,88	3450,37	3,528	2099	2200	1,05	3,998	0,882	0,019	1,113	0,351	0,733	0,087	1,17	0,369	1612	190
	R133-R134	27,02	26,71	23,9	23,88	37,59	0,001	84,96	3764,04	3,849	2090	2200	1,16	4,415	0,872	0,019	1,111	0,349	0,724	0,086	1,29	0,406	1592	189

-annexe5-

COLLECTEUR CP 20(suite) R134-R49 (800BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
CP25+ CP20	R134-R135	26,71	26,52	23,88	23,86	28,33	0,001	19,78	1 000,54	1,020	1205	1800	1,17	2,978	0,343	0,007	0,893	0,272	0,400	0,054	1,05	0,318	720	98
	R135-R136	26,52	26,66	23,86	23,84	26,14	0,001	39,56	2 001,08	2,041	1539	1800	1,22	3,100	0,658	0,013	1,077	0,311	0,593	0,070	1,31	0,378	1067	126
	R136-R244	26,66	26,66	23,84	23,82	24,31	0,001	59,34	3 001,62	3,061	1767	1800	1,26	3,215	0,952	0,018	1,121	0,345	0,799	0,084	1,42	0,436	1439	151
	R244-R243	26,66	26,71	23,82	23,8	32,25	0,001	79,12	4 002,16	4,081	2076	2200	1,25	4,766	0,856	0,017	1,109	0,334	0,711	0,080	1,39	0,419	1565	175
	R243-R242	26,71	26,85	23,8	23,78	16,72	0,001	98,90	5002,70	5,102	1995	2200	1,74	6,619	0,771	0,015	1,099	0,324	0,653	0,076	1,91	0,564	1437	166
	R242-R245	26,85	26,74	23,78	23,76	23	0,001	118,68	6003,24	6,122	2268	2500	1,62	7,936	0,771	0,015	1,099	0,324	0,654	0,076	1,78	0,524	1634	189
	R245-R246	26,74	26,63	23,76	23,74	30,26	0,001	138,46	7003,78	7,142	2530	2500	1,41	6,919	1,032	0,020	1,115	0,354	0,890	0,088	1,57	0,499	2224	220
	R246-R247	26,63	26,52	23,74	23,58	27,33	0,006	158,24	8004,32	8,163	1767	2000	3,62	11,357	0,719	0,014	1,092	0,318	0,624	0,073	3,95	1,149	1248	146
	R247-R49	26,52	26,31	23,58	23,21	27,68	0,013	178,02	9004,86	9,183	1582	2000	5,46	17,161	0,535	0,010	1,021	0,296	0,524	0,064	5,58	1,615	1048	128

-annexe6-

COLLECTEUR CP 14 R40-R30 (800BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB18	R40-R39	26,79	26,58	23,49	23,48	33,3	0,000	1,21	85,62	0,087	561	600	0,37	0,104	0,837	0,012	1,107	0,304	0,697	0,067	0,41	0,111	418	40
	R39-R38	26,58	26,43	23,48	23,43	24,04	0,002	2,42	171,24	0,174	506	600	0,97	0,273	0,636	0,009	1,070	0,286	0,581	0,060	1,03	0,276	349	36
	R38-R691	26,43	26,17	23,43	23,39	37,58	0,001	3,63	256,86	0,260	668	1000	0,97	0,763	0,342	0,005	0,892	0,259	0,399	0,049	0,87	0,252	399	49
	R691-R690	26,17	26,23	23,39	23,38	18,63	0,001	4,84	342,48	0,347	847	1000	0,69	0,542	0,641	0,009	1,071	0,286	0,584	0,060	0,74	0,198	584	60
	R690-R37	26,23	26,13	23,38	23,36	34,52	0,001	6,05	428,10	0,434	907	1000	0,72	0,563	0,772	0,011	1,099	0,298	0,654	0,065	0,79	0,214	654	65
	R37-R36	26,13	26,02	23,36	23,34	21,18	0,001	7,26	513,72	0,521	887	1000	0,91	0,718	0,725	0,010	1,093	0,294	0,628	0,063	1,00	0,269	628	63
	R36-R35	26,02	26,15	23,34	23,31	38,3	0,001	8,47	599,34	0,608	973	1000	0,83	0,654	0,929	0,013	1,119	0,312	0,776	0,071	0,93	0,260	776	71
	R35-RSB14	26,15	26,08	23,31	23,16	27,66	0,005	9,68	684,96	0,695	712	800	1,89	0,949	0,732	0,010	1,094	0,295	0,631	0,064	2,07	0,556	505	51
	RSB14-RSB15	26,08	26,01	23,16	22,97	34,26	0,006	10,89	770,58	0,781	741	800	1,91	0,960	0,814	0,011	1,104	0,302	0,680	0,066	2,11	0,576	544	53
	RSB15-RSB16	26,01	25,99	22,97	22,87	18	0,006	12,10	856,20	0,868	770	800	1,91	0,961	0,904	0,013	1,115	0,310	0,751	0,070	2,13	0,592	601	56
	RSB16-R32	25,99	25,65	22,87	22,7	30,92	0,005	13,31	941,82	0,955	800	800	1,90	0,956	0,999	0,014	1,122	0,318	0,851	0,073	2,13	0,604	681	58
	R32-R30	25,65	25,6	22,7	22,5	28,15	0,007	14,52	1 027,44	1,042	787	800	2,16	1,087	0,959	0,013	1,122	0,314	0,806	0,072	2,42	0,680	645	57

-annexe7-

COLLECTEUR CP 1 R69-R64 (400BA)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
SB8+SB9	R69-R68	28,43	28,37	27,43	27,19	36,42	0,007	9,26	583,41	0,593	646	800	2,08	1,047	0,566	0,009	1,038	0,286	0,543	0,060	2,16	0,595	434	48
	R68-R67	28,37	28,28	27,19	26,98	32,57	0,006	18,52	1 166,82	1,185	842	900	2,23	1,417	0,836	0,013	1,107	0,312	0,696	0,071	2,47	0,696	627	64
	R67-R66	28,28	28,18	26,98	26,09	41,45	0,021	27,78	1 750,23	1,778	782	800	3,76	1,889	0,941	0,015	1,120	0,323	0,788	0,075	4,21	1,212	630	60
	R66-R64	28,18	28,04	26,09	25,34	35,27	0,021	37,04	2333,64	2,371	873	800	3,74	1,880	1,261	0,020	0,268	0,352	0,921	0,087	1,00	1,317	736	70

-annexe8-

COLLECTEUR CP 1 (suite1) R64-RSB4 (R31)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr.am (m)	Cr.av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
CP1+ SB10+ SB11+ SB12+ SB13+ SB16+ SB17	R164-R63	28,04	27,92	25,34	25,15	47,07	0,004	38,74	2 487,10	2,526	1220	1200	2,14	2,415	1,046	0,016	1,110	0,331	0,905	0,078	2,37	0,706	1086	94
	R163-R62	27,92	27,61	25,15	24,8	86,52	0,004	40,44	2947,48	2,681	1247	1200	2,14	2,418	1,109	0,017	1,047	0,335	0,971	0,080	2,24	0,715	1165	96
	R162-R61	27,61	27,57	24,8	24,72	20,06	0,004	42,14	3100,94	2,836	1277	1500	2,46	4,352	0,652	0,010	1,075	0,291	0,589	0,062	2,65	0,717	884	93
	R61-R60	27,57	27,5	24,72	24,5	54,33	0,004	43,84	3254,40	2,991	1299	1500	2,48	4,386	0,682	0,010	1,084	0,293	0,605	0,063	2,69	0,728	907	95
	R60-R59	27,5	27,45	24,5	24,39	46,59	0,002	45,54	3 407,86	3,146	1465	1500	1,90	3,349	0,940	0,014	1,120	0,316	0,786	0,072	2,12	0,598	1179	108
	R59-R58	27,45	27,28	24,39	24,26	54,68	0,002	47,24	3561,32	3,302	1490	1600	1,99	3,992	0,827	0,012	1,106	0,305	0,690	0,068	2,20	0,605	1103	108
	R58-R57	27,28	26,98	24,26	24,13	57,82	0,002	48,94	3714,78	3,457	1532	1500	1,85	3,268	1,058	0,015	1,103	0,324	0,919	0,076	2,04	0,599	1378	113
	R57-R56	26,98	26,88	24,13	24,08	21,39	0,002	50,64	3 561,32	3,612	1546	1500	1,89	3,332	1,084	0,015	1,081	0,325	0,947	0,076	2,04	0,614	1421	114
	R56-R55	26,88	26,79	24,08	24,02	9,72	0,006	52,34	3 714,78	3,767	1309	1500	3,06	5,415	0,696	0,010	1,087	0,291	0,612	0,062	3,33	0,892	918	93
	R55-R53	26,79	26,76	24,02	23,91	29,07	0,004	54,04	3868,24	3,922	1457	1500	2,40	4,240	0,925	0,013	1,118	0,311	0,772	0,070	2,68	0,745	1158	105
	R53-R52	26,76	26,63	23,91	23,78	54,43	0,002	55,74	4 021,70	4,077	1611	1800	2,15	5,477	0,744	0,010	1,096	0,294	0,638	0,063	2,36	0,634	1149	114
	R52-R51	26,63	26,5	23,78	23,6	48,57	0,004	57,44	4 175,16	4,233	1505	1500	2,37	4,196	1,009	0,014	1,121	0,316	0,862	0,072	2,66	0,751	1293	109
	R51-R50	26,5	26,43	23,6	23,4	51,9	0,004	59,14	4328,62	4,388	1514	1500	2,42	4,278	1,026	0,014	1,117	0,317	0,882	0,073	2,71	0,768	1323	109
	R50-R49	26,43	26,31	23,4	23,21	50,12	0,004	60,84	4482,08	4,543	1539	1500	2,40	4,244	1,071	0,014	1,093	0,320	0,933	0,074	2,63	0,769	1399	111
	R49-R48	26,31	26,33	23,21	23,18	32,69	0,001	62,54	4635,54	4,698	2033	2000	1,43	4,497	1,045	0,014	1,110	0,318	0,904	0,073	1,59	0,455	1808	146
	R48-R47	26,33	26,25	23,18	23,15	32,17	0,001	64,24	4789,00	4,853	2052	2000	1,44	4,533	1,071	0,014	1,093	0,319	0,933	0,074	1,58	0,461	1866	147

R47- R46	26,25	26,17	23,15	23,12	38,43	0,001	65,94	4942.46	5,008	2147	2200	1,41	5,347	0,937	0,012	1,119	0,308	0,783	0,069	1,57	0,433	1723	152
R46- R45	26,17	26,09	23,12	23,09	37,13	0,001	67,64	5095.92	5,164	2157	2200	1,43	5,440	0,949	0,012	1,121	0,309	0,796	0,069	1,60	0,442	1751	152
R45- R44	26,09	25,99	23,09	22,99	48,68	0,002	69,34	5249.38	5,319	1831	2200	2,28	8,674	0,613	0,008	1,061	0,280	0,569	0,058	2,42	0,640	1251	127
R44- R43	25,99	25,77	22,99	22,97	31,06	0,001	71,04	5402.30	5,474	2301	2200	1,28	4,856	1,127	0,015	1,012	0,322	0,986	0,075	1,29	0,411	2169	164
R43- R42	25,77	25,8	22,97	22,85	26,88	0,004	72,74	5556.30	5,629	1617	2000	3,16	9,917	0,568	0,007	1,039	0,276	0,543	0,056	3,28	0,872	1087	112
R42- R41	25,8	25,63	22,85	22,79	31,8	0,002	74,44	5709.76	5,784	1920	2000	2,05	6,447	0,897	0,012	1,114	0,303	0,745	0,067	2,29	0,622	1491	134
R41- R31	25,63	25,64	22,79	22,57	19,06	0,012	76,14	5863.22	5,939	1381	2000	5,08	15,947	0,372	0,005	0,912	0,259	0,420	0,049	4,63	1,315	839	98
R31- R30	25,64	25,6	22,57	22,55	2,08	0,010	77,84	6 016.68	6,095	1443	2000	4,63	14,555	0,419	0,005	0,943	0,263	0,450	0,051	4,37	1,218	900	101
R30- R29	25,6	25,43	22,55	22,53	37,57	0,001	79,54	6 170,14	6,250	2506	2500	1,26	6,209	1,006	0,013	1,121	0,311	0,860	0,070	1,42	0,393	2149	176
R29- R27	25,43	25,4	22,53	22,47	22,18	0,003	81,24	6323.60	6,405	1865	2000	2,46	7,720	0,830	0,011	1,106	0,297	0,691	0,064	2,72	0,729	1383	129
R27- R26	25,4	25,36	22,47	22,36	41,35	0,003	82,94	6477.06	6,560	1887	2000	2,44	7,656	0,857	0,011	1,109	0,299	0,712	0,065	2,70	0,728	1423	130
R26- R25	25,36	25,44	22,36	22,24	56,87	0,002	84,64	6630.52	6,715	1989	2000	2,17	6,818	0,985	0,012	1,123	0,308	0,835	0,069	2,44	0,669	1670	138
R25- R24	25,44	25,52	22,24	22,22	19,22	0,001	86,34	6783.98	6,870	2290	2200	1,62	6,174	1,113	0,014	1,040	0,318	0,975	0,073	1,69	0,517	2144	161
R24- RSB4	25,52	25,46	22,22	22,11	32,02	0,003	88,04	6937.44	7,025	1846	2200	2,95	11,217	0,626	0,008	1,066	0,279	0,576	0,057	3,15	0,825	1267	126

-annexe9-

COLLECTEUR CP 1 (suite2) RSB4-DVO (R23)																								
NSB	Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Deal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
CP1 (SUITE) +SB20 +SB21 +SB22 +SB23 +SB24	RSB4-RSB3	25,46	25,59	22,11	21,83	82,55	0,003	88,38	7 019,77	7,108	1858	2000	2,75	8,645	0,822	0,010	1,105	0,295	0,686	0,064	3,04	0,811	1372	127
	RSB3-RTB1	25,59	25,59	21,83	21,71	37,28	0,003	88,74	7 105,84	7,195	1885	2000	2,68	8,421	0,854	0,011	1,109	0,297	0,710	0,064	2,97	0,795	1419	129
	RTB1-R22	25,59	25,42	21,71	21,47	69,93	0,003	93,10	7 191,91	7,285	1872	2000	2,77	8,696	0,838	0,011	1,107	0,298	0,697	0,065	3,06	0,824	1394	130
	R22-R21	25,42	25,29	21,47	21,19	81,76	0,003	97,46	7277,98	7,375	1881	2000	2,76	8,686	0,849	0,011	1,108	0,301	0,706	0,066	3,06	0,832	1411	132
	R21-R20	25,29	25,06	21,19	20,92	81,85	0,003	101,82	7364,05	7,466	1903	2000	2,71	8,525	0,876	0,012	1,112	0,306	0,727	0,068	3,02	0,829	1454	136
	R20-R19	25,06	25	20,92	20,85	19,96	0,004	106,18	7 450,12	7,556	1890	2000	2,80	8,790	0,860	0,012	1,110	0,306	0,714	0,068	3,10	0,857	1428	137
	R19-RSB1	25	24,86	20,85	20,69	63,65	0,003	110,54	7 536,19	7,647	2020	2000	2,37	7,442	1,028	0,015	1,117	0,323	0,884	0,075	2,65	0,766	1768	151
	RSB1-R18	24,86	24,7	20,69	20,55	51,9	0,003	114,90	7622,26	7,737	2003	2000	2,45	7,709	1,004	0,015	1,121	0,324	0,856	0,075	2,75	0,794	1713	151
	R18-R17	24,7	24,46	20,55	20,45	75,97	0,001	119,26	7708,33	7,828	2301	2500	1,99	9,764	0,802	0,012	1,103	0,307	0,672	0,069	2,19	0,611	1681	172
	R17-16	24,46	24,14	20,45	20,35	47,59	0,002	123,62	7794,40	7,918	2117	2200	2,31	8,773	0,903	0,014	1,115	0,319	0,750	0,073	2,57	0,736	1651	162
	R16-R175	24,14	23,84	20,35	20,09	60,08	0,004	127,98	7880,47	8,008	1857	2000	3,11	9,764	0,820	0,013	1,105	0,313	0,685	0,071	3,43	0,972	1369	142
	R175-R1	23,84	20,61	20,09	15,64	39,52	0,113	132,34	7966,54	8,099	1012	1500	13,09	23,127	0,350	0,006	0,898	0,265	0,405	0,052	11,75	3,474	608	78
	R1-R2	20,61	19,36	15,64	15,17	30,92	0,015	136,70	8 052,61	8,189	1479	1500	4,81	8,497	0,964	0,016	1,122	0,331	0,812	0,078	5,39	1,591	1217	118
	R2-R3	19,36	18,64	15,17	15,07	36,56	0,003	141,06	8 138,68	8,280	2049	2200	2,63	10,009	0,827	0,014	1,106	0,319	0,690	0,073	2,91	0,839	1517	162
	R3-R4	18,64	18,19	15,07	14,97	48,25	0,002	145,42	8224,75	8,370	2167	2200	2,29	8,713	0,961	0,017	1,122	0,334	0,808	0,080	2,57	0,767	1778	176
	R4-R5	18,19	17,87	14,97	14,87	37,92	0,003	149,78	8 310,82	8,461	2080	2200	2,59	9,828	0,861	0,015	1,110	0,326	0,715	0,076	2,87	0,842	1573	168
	R5-R6	17,87	17,74	14,87	14,77	31,97	0,003	154,14	8396,89	8,551	2022	2200	2,82	10,704	0,799	0,014	1,103	0,321	0,671	0,074	3,10	0,903	1475	163
	R6-R7	17,74	20,91	14,77	14,55	57,68	0,004	158,50	8482,96	8,641	1956	2000	2,92	9,167	0,943	0,017	1,120	0,338	0,789	0,081	3,27	0,986	1579	163
	R7-DVO	20,91	20,31	14,55	14,15	52,19	0,008	162,86	8569,03	8,732	1723	2000	4,14	12,995	0,672	0,013	1,081	0,309	0,600	0,070	4,47	1,279	1199	139
	DVO-RG1	20,31	17,29	14,15	12,54	35,11	0,046	488,58	0,00	0,489	418	800	5,49	2,761	0,177	0,177	0,783	0,783	0,293	0,293	4,30	4,300	235	235
RG1-RG2 (GALLERIE)	17,29	18,2	12,54	12,5	38,65	0,001	4 488,58	0,00	4,489	1954	2200	1,62	6,157	0,729	0,729	1,093	1,093	0,630	0,630	1,77	1,771	1386	1386	
RG2-RG3	18,2	17,68	12,5	12,47	10,55	0,003	4 488,58	0,00	4,489	1617	2200	2,68	10,206	0,440	0,440	0,958	0,958	0,464	0,464	2,57	2,572	1021	1021	
RG3-RG4	17,68	18,19	12,47	12,43	21,31	0,002	4 488,58	0,00	4,489	1748	2000	2,05	6,431	0,698	0,698	1,087	1,087	0,613	0,613	2,23	2,226	1227	1227	

-annexe10-

REJET VERS OUED (DVO-SORTIE)																							
Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr,am (m)	Cr,av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
R7-DVO	20,91	20,31	14,55	14,15	52,19	0,008	162,86	8569,03	8,732	1723	2000	4,14	12,995	0,672	0,013	1,081	0,309	0,600	0,070	4,47	1,279	1199	139
DVO-RJ1	20,31	19,31	14,15	13,85	35,11	0,009	0,00	8 612,63	8,613	1680	1800	4,07	10,360	0,831	0,000	1,106	0,226	0,693	0,036	4,50	0,921	1247	65
RJ1-RJ2	19,31	18,31	13,85	13,55	50	0,006	0,00	8 612,63	8,613	1795	1800	3,41	8,681	0,992	0,000	1,122	0,226	0,843	0,036	3,83	0,772	1518	65
RJ2-RJ3	18,31	17,31	13,55	13,25	50	0,006	0,00	8 612,63	8,613	1795	1800	3,41	8,681	0,992	0,000	1,122	0,226	0,843	0,036	3,83	0,772	1518	65
RJ3-RJ4	17,31	16,31	13,25	12,95	50	0,006	0,00	8 612,63	8,613	1795	1800	3,41	8,681	0,992	0,000	1,122	0,226	0,843	0,036	3,83	0,772	1518	65
RJ4-RJ5	16,31	15,31	12,95	12,65	50	0,006	0,00	8 612,63	8,613	1795	1800	3,41	8,681	0,992	0,000	1,122	0,226	0,843	0,036	3,83	0,772	1518	65
RJ5-RJ6	15,31	14,31	12,65	12,35	50	0,006	0,00	8 612,63	8,613	1795	1800	3,41	8,681	0,992	0,000	1,122	0,226	0,843	0,036	3,83	0,772	1518	65
RJ6-SORTIE	14,31	13	12,35	12	23	0,015	0,00	8 612,63	8,613	1507	1800	5,43	13,825	0,623	0,000	1,065	0,226	0,574	0,036	5,78	1,229	1033	65

-annexe11-

Dimensionnement de la galerie					
$Q_{eu}=3*Q$	Dcal	Sm	b	Hm	h
9,20	1954	2,998	2	1,499	2

-annexe12-

Tron	Cam (m)	Cav (m)	Cr.am (m)	Cr.av (m)	Dist (m)	I (m/m)	Qusé (l/s)	Qpl (l/s)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps	Qps (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V(m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
DVO-RG1	20,31	17,29	14,15	12,54	35,11	0,046	488,58	0,00	0,489	418	800	5,49	2,761	0,177	0,177	0,783	0,783	0,293	0,293	4,30	4,300	235	235
RG1-RG2 (GALLERIE)	17,29	18,2	12,54	12,5	38,65	0,001	4 488,58	0,00	4,489	1954	2200	1,62	6,157	0,729	0,729	1,093	1,093	0,630	0,630	1,77	1,771	1386	1386
RG2-RG3	18,2	17,68	12,5	12,47	10,55	0,003	4 488,58	0,00	4,489	1617	2200	2,68	10,206	0,440	0,440	0,958	0,958	0,464	0,464	2,57	2,572	1021	1021
RG3-RG4	17,68	18,19	12,47	12,43	21,31	0,002	4 488,58	0,00	4,489	1748	2000	2,05	6,431	0,698	0,698	1,087	1,087	0,613	0,613	2,23	2,226	1227	1227