



Faculté de Technologie
Département d'**Hydraulique**
Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE)

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

M^{elle} DJILLAI Nassima

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER en Hydraulique**

Option : **Hydraulique urbaine**

INTITULE :

IDENTIFICATION ET CONCEPTION DES OUVRAGES ANNEXES DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE DE BEJAIA

Soutenu le **23/06 /2016** devant le jury composé de :

- Président : **Mr A. SAOU**
- Promoteur (s) : **Mr A. BEDJOU**

Mr M. SARTER

- Examineur (s) : **Mr A. BENZERRA**
- Invité : **Mr A. TABOURI**

“Au jugement que je fais de moi-même, je tâche de toujours pencher vers le côté de la défiance plutôt que vers celui de la présomption”

Descartes

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu»;

Toute ma gratitude à mon promoteur, M. Bedjou, pour avoir accepté de m'encadrer et qui, par ses commentaires et ses suggestions, m'a orientée dans mes travaux et aidée à avancer vers l'accomplissement de cette étude;

Je tiens à remercier vivement M. Mikael Sarter, chef de projet au Bureau d'études SCE Algérie, qui a largement contribué à la réalisation de ce travail par son aide précieuse et ses conseils intarissables;

Je voudrais remercier d'avance l'honorable jury, pour avoir accepté d'évaluer mon travail;

Je tiens à remercier chaleureusement tous les enseignants du département hydraulique de m'avoir formé durant mon parcours;

Enfin, j'adresse mes remerciements à tout le personnel de la SCE Algérie qui m'a bien accueillie et ouvert les portes de l'entreprise afin d'accomplir ce projet dans les meilleures conditions possibles.

∞ Dédicaces ∞

Du fond du cœur, Je dédie ce travail en signe de reconnaissance et de respect :

A mes chers parents qui n'ont jamais cessé de m'encourager à aller au bout de mes rêves depuis mes premiers jours d'école, et qui ont fait preuve de patience et d'abnégation pour me voir réussir dans mes études ; que Dieu tout puissant les bénisse et me les garde en bonne et parfaite santé ;

A mes frères Samir et Yacine; à ma sœur Nacira et son époux Laarbi qui m'ont beaucoup aidé et soutenu tout au long de mon parcours universitaire, chacun à sa manière ;

A mes oncles et mes tantes; à mes cousins et mes cousines auprès desquels j'ai toujours trouvé réconfort et encouragements.

Nassima

Liste des tableaux

<i>Tableau (I-1) : Températures moyenne maximales, minimales et moyennes mensuelles pour la période 1970-2009 (station météorologique de Bejaia, 2010).</i>	8
<i>Tableau (I-2) : Précipitations moyennes mensuelles</i>	9
<i>Tableau (I-3) : Moyennes mensuelles de l'humidité (2005-2009) (Station météorologique Bejaia, 2010)</i>	10
<i>Tableau (II-1) : avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement</i>	16
<i>Tableau (III-1) : Mode de fonctionnement du réseau - ville de Béjaia</i>	34
<i>Tableau (III-2) : Linéaire des réseaux selon les effluents transportés</i>	34
<i>Tableau (III-3) : Inventaire des réseaux d'assainissement par gravité</i>	35
<i>Tableau (III-4) : Inventaire des rejets par bassins de collecte - Ville de Béjaia</i>	36
<i>Tableau (III-5) : Inventaire des oueds par zone de reconnaissances.</i>	38
<i>Tableau (III-6) : Inventaire des diamètres des conduites circulaires par diamètre.</i>	39
<i>Tableau (III-7) : Répartition des matériaux des conduites – ville de Béjaia</i>	41
<i>Tableau (III-8) : Répartition de l'âge des conduites - Villes de Béjaia</i>	42
<i>Tableau (III-9) : Répartition de l'origine de la donnée - Base regard - Ville de Béjaia</i>	42
<i>Tableau (III-10) : Ventilation de l'accessibilité tampons des regards - ville de Béjaia.</i>	43
<i>Tableau (III-11) : Situation de l'état des regards inspectés - ville de Béjaia.</i>	50
<i>Tableau (IV-1) : état de déversoirs d'orage</i>	60
<i>Tableau (IV-2) : Etat actuel des points hauts du réseau.</i>	62
<i>Tableau (IV-3) : Etat actuel des trop plein dans le réseau d'assainissement.</i>	64
<i>Tableau (IV-4) : Etat actuel des ouvrages de régulation du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia.</i>	65
<i>Tableau (V-1) : Estimation du nombre de population pour chaque bassin de collecte :</i>	71
<i>Tableau (V-2) : Estimation du nombre de population pour chaque bassin de collecte (méthode taux habitant) :</i>	72
<i>Tableau (V-3) : Coefficient de rejet selon la densité de population.....</i>	72
<i>Tableau (V-4) : Coefficient de rejet et de restitution par bassin de collecte - Ville de Béjaia</i>	73
<i>Tableau (V-5) : Répartition des débits sanitaires théoriques par classe d'abonné –année 2014 et 2015 - Ville de Béjaia</i>	73
<i>Tableau (V-6) : Consommation en eau potable par bassin de collecte- ville de Béjaia.....</i>	74
<i>Tableau (V-7) : Débits Sanitaires Théoriques par bassin de collecte en fonction des méthodes utilisées - Année 2014 et 2015 - Ville de Béjaia.</i>	75
<i>Tableau (V-8) : Estimation de population théorique actuelle.</i>	76
<i>Tableau (V-9) : Débits horaires et coefficients de pointe par bassins de collecte - Année 2014 et 2015 - Ville de Béjaia.</i>	77
<i>Tableau (V-10) : Estimation des débits de pointe futurs.....</i>	78
<i>Tableau (V-11) : déterminations des débits de calculs.</i>	79

<i>Tableau (V-12) : Répartition des coefficients de ruissellement par bassin.</i>	<i>81</i>
<i>Tableau (V-13) : Longueur et pente de chaque bassin de collecte.</i>	<i>82</i>
<i>Tableau (V-14) : Calcul du temps de concentration moyen pondéré.....</i>	<i>82</i>
<i>Tableau (VI-1) : Détermination du diamètre de refoulement (chemin A).....</i>	<i>88</i>
<i>Tableau (VI-2) : Détermination du diamètre de refoulement (chemin B).....</i>	<i>89</i>
<i>Tableau (VI-3) : Caractéristiques des pompes</i>	<i>90</i>
<i>Tableau (VI-4) : variation de l'intensité de pluie</i>	<i>93</i>
<i>Tableau (VI-5) : caractéristiques des bassins de collecte.</i>	<i>95</i>
<i>Tableau (VI-6) : caractéristiques des bassins de collecte.</i>	<i>95</i>
<i>Tableau (VI-7) : calcul de la vitesse de chute.</i>	<i>97</i>
<i>Tableau (VI-8) : les caractéristiques du décanteur.</i>	<i>98</i>
<i>Tableau (VI-9) : Données d'entrée du dimensionnement du dégrilleur.....</i>	<i>100</i>

Liste des figures

<i>Figure (I-1) : Plan de situation communale du territoire de la ville de Béjaia.</i>	3
<i>Figure (I-2) : Le réseau hydrographique de la ville de Béjaia.</i>	6
<i>Figure (I-3) : Oued Soummam (oued à l'état naturel).</i>	7
<i>Figure (I-4) : Oued Serir (oued canalisé mais toujours à ciel ouvert)</i>	7
<i>Figure (I-5) : Oued canalisé en galerie fermée (Rue de la liberté)</i>	8
<i>Figure (I-6) : Courbe de la variation des températures moyennes mensuelles pour la période 1970-2009 (station météorologique de Bejaia, 2010).</i>	9
<i>Figure (I-7) : Pluviométrie à l'aéroport de Béjaia.</i>	9
<i>Figure (I-8) : Évolution de la population de la ville de Béjaia.</i>	11
<i>Figure (I-9) : Répartition de la population selon le type d'habitat - moyenne période 2008-2013 - ville de Béjaia.</i>	11
<i>Figure (I-10) : Répartition des logements selon le type d'habitat – RGPH 2008 – ville de Béjaia</i>	12
<i>Figure (II-1) : système d'assainissement unitaire.</i>	14
<i>Figure (II-2) : système d'assainissement séparatif.</i>	15
<i>Figure (II-3) : système d'assainissement pseudo-séparatif.</i>	15
<i>Figure (II-4) : Tuyau ovoïde préfabriqué.</i>	17
<i>Figure (II-5) : Conduite sous forme de cadre d'un réseau d'eau pluvial</i>	18
<i>Figure (II-6) : Collecteur de type ovoïde à deux banquettes et une cunette.</i>	18
<i>Figure (II-7) : Collecteur en brique sous forme ovoïdale.</i>	20
<i>Figure (II-8) : Description schématique d'un branchement particulier.</i>	21
<i>Figure (II-9) : Bouche d'égout à grille.</i>	22
<i>Figure (II-10) : Bouche d'égout à avaloir.</i>	22
<i>Figure (II-11) : Exemple de gargouille en pvc avec une grille incorporée.</i>	23
<i>Figure (II-12) : Caniveau</i>	23
<i>Figure (II-13) : regard de visite</i>	24
<i>Figure (II-14) : Eléments constitutifs des stations de relevage</i>	26
<i>Figure (II-15) : Déversoir d'orage à seuil latéral</i>	27
<i>Figure (II-16) : Déversoir d'orages à seuil frontal.</i>	27
<i>Figure (II-17) : Déversoir d'orage à double seuil latéral</i>	27
<i>Figure (II-18) : Déversoir d'orage avec ouverture du radier</i>	27
<i>Figure (II-19) : trop plein du réseau.</i>	27
<i>Figure (II-20) : schémas de passages en siphon.</i>	28

<i>Figure (III-1) : Identification des bassins de collecte primaires de la ville de Béjaia.</i>	32
<i>Figure (III-2) : Schéma synoptique du fonctionnement du système d'assainissement de la ville de Béjaia.</i>	33
<i>Figure (III-3) : Histogramme du réseau existant.</i>	35
<i>Figure (III-4) : Rejet direct de réseau unitaire dans Oued Serrir.</i>	37
<i>Figure (III-5) : Rejet sauvage.</i>	37
<i>Figure (III-6) : Ventilation des conduites circulaires par diamètre - ville de Béjaia</i>	40
<i>Figure (III-7): Répartition des matériaux des conduites - ville de Béjaia.</i>	41
<i>Figure (III-8) : Représentation de la ventilation de l'accessibilité des tampons des regards</i>	43
<i>Figure (III-9) : conduite encombrée par des déchets ménagers et des gravats (cité Djama).</i>	45
<i>Figure (III-10) : Infiltrations d'eaux claires parasites (Cité Nacéria).</i>	46
<i>Figure (III-11) : Infiltrations d'eaux claires parasites (Cité Mangin).</i>	44
<i>Figure (III-12) : Débordement d'un regard (Sous dimensionnement).</i>	45
<i>Figure (III-13) : Inondation de voirie à Sidi Ali L'Abhar (Problèmes d'avaloirs).</i>	47
<i>Figure (III-14) : Formation de H₂S à l'intérieur d'une conduite.</i>	48
<i>Figure (III-15) : Corrosion des parois en béton d'une conduite.</i>	49
<i>Figure (III-16) : Etat dégradé des tampons des regards. (Route des Aurès).</i>	49
<i>Figure (III-17) : Regard dont les conduites amont et aval sont masquées par les déchets.</i>	51
<i>Figure (III-18) : État de l'Oued Seghir à proximité du marché.</i>	52
<i>Figure (III-19) : Encombrement d'oued N'dfali.</i>	52
<i>Figure (IV-1) : station de relèvement quatre chemins</i>	56
<i>Figure (IV-2) : station de relèvement quatre chemins</i>	56
<i>Figure (IV-3) : station de refoulement Sidi Ali L'Abhar.</i>	57
<i>Figure (IV-4) : la bêche de la station de refoulement Sidi Ali L'Abhar.</i>	57
<i>Figure (IV-5) : station de refoulement Centre-ville</i>	58
<i>Figure (IV-6) : station de refoulement STEP Sidi Ali L'Abhar .</i>	59
<i>Figure (IV-7) : station de relèvement Trémie Aamriw.</i>	59
<i>Figure (IV-8) : Déversoir d'orages situé en amont de STEP Sidi Ali L'Abhar.</i>	60
<i>Figure (IV-9) : Déversoir d'orage situé en amont de STEP Centre-ville.</i>	61
<i>Figure (IV-10) : trop plein (OS 05)</i>	63
<i>Figure (VI-1) : Schéma du chemin suivi.</i>	85
<i>Figure (VI-2) : Principe de fonctionnement du bassin de rétention.</i>	91
<i>Figure (VI-3) : variation de l'intensité de pluie de 1h.</i>	93
<i>Figure (VI-4) : variation de l'intensité de pluie de 1h.</i>	94
<i>Figure (VI-4) : variation des différents débits en fonction du temps</i>	96

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
<i>Chapitre I : Présentation du site d'étude</i>	
I.1 Introduction	2
I.2 Situation géographique du site d'étude	2
I.3 Situation géologique	4
I.4 Situation hydrographique :	4
I.5 Situation climatique	8
I.5.1 Températures :	8
I.5.2 Pluviométrie :	9
I.5.3 Humidité :	10
I.5.4 Le vent :	10
I.6 Situation démographique	10
I.7 Situation hydraulique	12
I.8 Conclusion	13
<i>Chapitre II : Généralités sur les réseaux d'assainissement</i>	
II.1 Introduction	14
II.2 Systèmes d'assainissement :	14
II.2.1 Système unitaire:	14
II.2.2 Système séparatif	15
II.2.3 Système pseudo séparatif :	15
II.2.4 Avantages et inconvénients des différents systèmes :	16
II.3 Les différents ouvrages du système d'assainissement :	16
II.3.1 Les ouvrages principaux :	16
II.3.1.1 Classification selon la forme géométrique	17
II.3.1.2 Classification selon la nature des matériaux constituant	19
II.4 Ouvrages annexes	20
II.4.1 Les ouvrages de branchement	20
II.4.2 Ouvrages de collecte en surface	22
II.4.2. 2 Ouvrages de collecte et de transport :	23
II.4.3 Les ouvrages d'accès au réseau :	24

II.4.4	Les ouvrages spéciaux	25
II.4.4.1	Stations de pompages :	25
II.4.4.2	Déversoir d'orage :	26
II.4.4.3	Trop-plein:	27
II.4.4.4	Passages en siphon :	28
II.4.4.5	Points hauts :	28
II.4.4.6	Dispositifs de ventilations :	28
II.4.4.7	Dégrilleurs	29
II.4.4.8	Bassin de dessablement :	29
II.4.4.9	Bassins de retenue des eaux pluviales :	29
II.5	Conclusion :	30

Chapitre III : Inventaire et état du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia

III.1	Introduction :	31
III.2	Présentation des bassins de collecte primaire	31
III.3	Description du réseau d'assainissement existant	34
III.3.1	Classification du réseau d'assainissement	34
III.3.2	Rejets et exutoires au milieu naturel	36
III.3.3	Inventaire des oueds :	38
III.3.4	Conduites	39
III.3.4.1	Géométrie des conduites	39
III.3.4.2	Matériau des conduites	40
III.3.4.3	Age des conduites	42
III.3.5	Les regards	42
III.5.1	Accessibilité	43
III.5.2	Tampons des regards	44
III.4	Principaux dysfonctionnements et problématiques observés :	44
III.4.1	Problèmes des conduites	44
III.4.2	Eaux claires parasites	45
III.4.3	Problèmes d'inondations	46
III.4.4	Présence de H ₂ S	47
III.4.5	Problèmes des regards	49
III.4.5.1	Etat des tampons	49
III.4.5.2	Etat des regards	50

III.4.6	<i>Etat des Oueds</i>	51
III.5	Conclusion :	53

Chapitre IV : Inventaire et état des ouvrages annexes du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia.

IV.1	Introduction	54
IV.2	Aperçu des principaux ouvrages du système d'assainissement de la zone d'étude	54
<i>IV.2.1</i>	<i>Stations d'épuration (STEP)</i>	<i>54</i>
<i>IV.2.2</i>	<i>Ouvrages spéciaux</i>	<i>55</i>
<i>IV.2.2.1</i>	<i>stations de relèvement et de refoulement (SR) :</i>	<i>55</i>
<i>IV.2.2.2</i>	<i>Déversoirs d'orage :</i>	<i>60</i>
<i>IV.2.2.3</i>	<i>Points hauts :</i>	<i>61</i>
<i>IV.2.2.4</i>	<i>Trop plein et ouvrages de régulation :</i>	<i>63</i>
IV.3	Recommandation et plan de réhabilitation des ouvrages :	68
IV.4	Conclusion	69

Chapitre V : Évaluation des débits d'eaux usées et d'eaux pluviales.

V.1	Introduction :	70
V.2	Estimation de la population par bassin de collecte :	70
<i>V.2.1</i>	<i>Méthode de constructions :</i>	<i>70</i>
<i>V.2.2</i>	<i>Méthode taux d'habitant :</i>	<i>71</i>
V.3	Estimation des débits sanitaires actuels :	72
<i>V.3.1</i>	<i>Coefficient de rejet et de restitution :</i>	<i>72</i>
<i>V.3.2</i>	<i>Répartition des débits sanitaires théoriques selon les fichiers de l'ADE:</i>	<i>73</i>
<i>V.3.3</i>	<i>Répartition des débits sanitaires:</i>	<i>74</i>
<i>V.3.4</i>	<i>Estimation de population théorique :</i>	<i>75</i>
<i>V.3.5</i>	<i>Coefficients et débits de pointe horaire :</i>	<i>76</i>
V.4	Évaluation des débits sanitaires futurs	77
<i>V.4.1</i>	<i>Évaluation des débits rejetés en temps sec</i>	<i>78</i>
V.5	Evaluation des débits d'eaux pluviales (temps de pluie) :	80
<i>V.5.1</i>	<i>Formule rationnelle</i>	<i>80</i>
<i>V.5.2</i>	<i>Calcul de Cr du bassin versant</i>	<i>80</i>
<i>V.5.3</i>	<i>Calcul de l'intensité de la pluie</i>	<i>81</i>
<i>V.5.4</i>	<i>Temps de concentration</i>	<i>81</i>

V.7	Conclusion :	84
<i>Chapitre VI : Dimensionnement des ouvrages annexes</i>		
VI.1	Introduction	85
VI.2	Chemin hydraulique de principe :	85
VI.3	Dimensionnement de la conduite de refoulement :	86
VI.4	Station de relevage	89
	VI.4.1 <i>Choix des pompes</i>	89
	VI.4.2 <i>Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)</i>	89
	VI.4.3 <i>Volume utile de la bêche</i>	90
VI.5	Bassin d'orage	91
	VI.5.1 <i>Méthode des volumes</i>	92
VI.6	Décanteur	96
VI.7	Dégrilleur	99
VI.8	Conclusion	101
CONCLUSION GENERALE		102



INTRODUCTION GENERALE

Les systèmes d'assainissement de la plupart des villes en Algérie, présentent d'importants problèmes dont les conséquences sur la santé de la population et sur l'environnement peuvent être sérieuses (maladies à transmissions hydrique, inondation, dégradation des oueds naturels, fermeture des plages autour des grandes villes à la baignade). Et malgré les investissements consentis ces dernières années par les autorités publiques pour la mise à niveau de l'assainissement en termes de construction de réseaux et de stations d'épuration, peu de moyen ont été mis à la disposition des opérateurs pour l'exploitation de ces systèmes, et particulièrement leur maintenance.

Dans ce cadre d'investissement, la ville de Béjaia a bénéficié d'un projet d'étude de diagnostic et de réhabilitation des réseaux d'assainissements incluant la réalisation d'un schéma directeur d'assainissement. Ce projet d'étude a été conclu entre le maître d'ouvrage délégué ONA et le groupement SCE-EHE.

Le travail présenté ici correspond tout d'abord à la présentation des premiers résultats de l'étude de diagnostic du système d'assainissement de la ville en considérant les réseaux en général puis les ouvrages annexes en particulier.

Pour ce faire notre étude comprendra essentiellement trois étapes :

La première, consistera à présenter l'état actuel du système d'assainissement existant en analysant les rapports élaborés par le groupement du bureau d'études. La participation aux différentes activités de l'équipe notamment les réunions de travail et les sorties et visites du terrain, nous ont permis de mieux comprendre la situation et l'état global du réseau d'assainissement de la ville.

Dans la seconde, nous présenterons une évaluation des débits d'eaux usées, en temps sec, et des débits d'eau pluviale, en temps de pluie. Cette étape sera focalisée sur l'un des grands bassins de collecte de la ville à savoir celui de "quatre chemins» du côté gauche de l'Oued Soummam.

En fin, dans la troisième étape, la conception et le dimensionnement d'une filière d'ouvrages annexes sera présentée. Les ouvrages concernés, par ce dimensionnement, sont conçus dans le but d'assurer le bon fonctionnement de la station de relevage projetée.

I.1 Introduction :

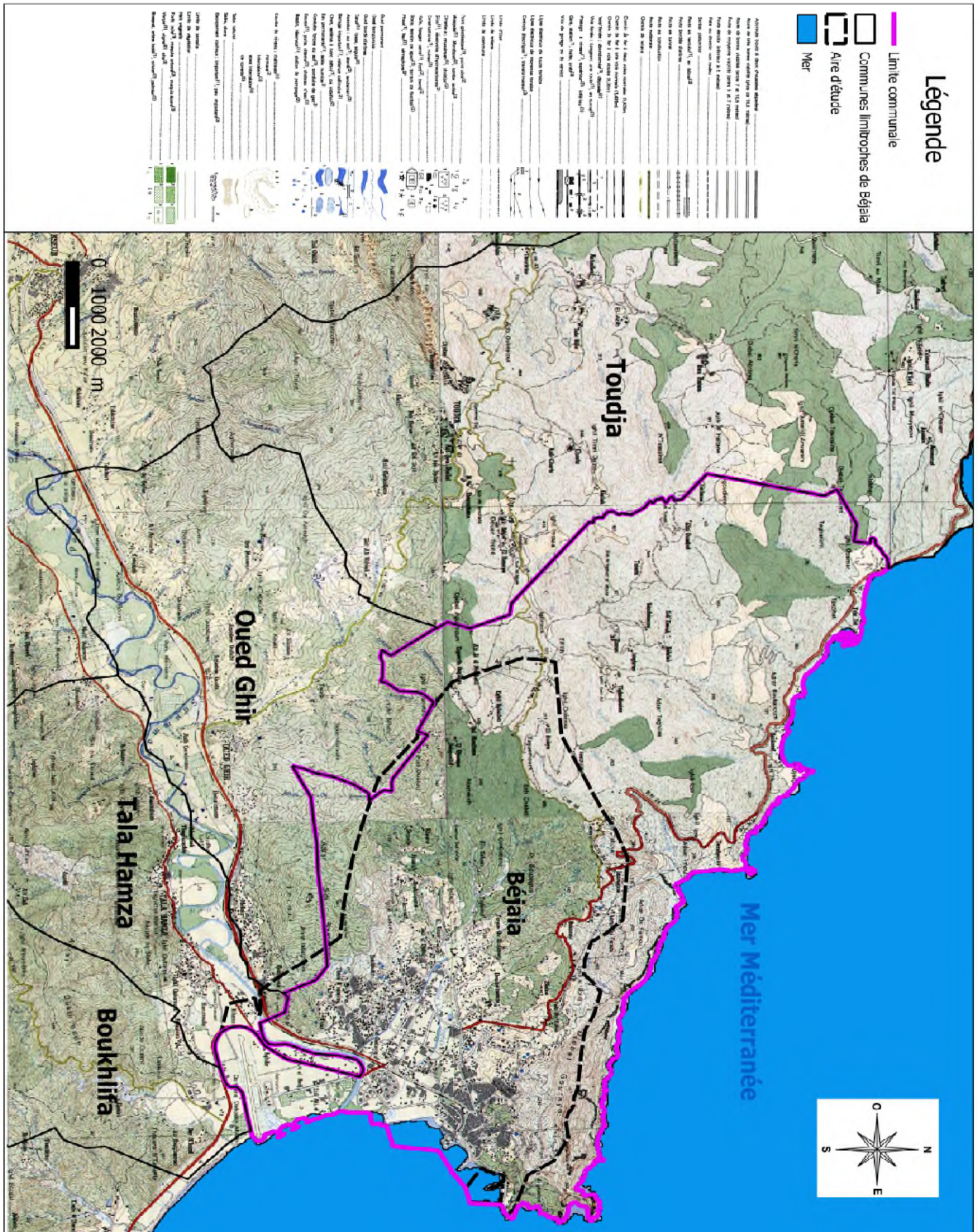
Avant d'entamer n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques des lieux ; et les facteurs mis en jeu dans la conception et le dimensionnement des différents éléments techniques du projet.

I.2 Situation géographique du site d'étude :

Béjaia est une ville d'environ 185.000 habitants et d'une superficie de 120.22km². Elle est située à 180 km à l'Est d'Alger et 250 km à l'Ouest de Constantine. Elle est le chef-lieu éponyme de la wilaya de Béjaia et la plus grande ville de la Kabylie en termes de population.

Située sur le littoral méditerranéen et traversée par le fleuve de la Soummam, la commune de Béjaia est bordée comme la montre la carte ci-après :

- Au nord et à l'est par la mer Méditerranée
- A l'ouest par la commune de Toudja,
- Au sud-ouest par la commune d'Oued Ghir.
- au sud-est par la commune de Boukhelifa et Tala Hamza.



I.3 Situation géologique :

- La partie Nord et Nord-Ouest est dominée par des formations des Crétacés marins sur une base dure de calcaire dure, ce qui induit une roche perméable avec de nombreuses possibilités de résurgence et d'affleurement de source permanente ou temporaire. Autrement dit les oueds et les conduites dégradés de cette zone peuvent drainer un volume d'eau de nappe et de source important.
- La partie Sud-Est est dominée par une formation de l'Oligocène marin sur une base de Flysch. Ce type de roche est composé de strates de grès surmontées de strates de schistes argileux. L'argile a la particularité d'être une roche plastique (son volume variant selon la saison et le niveau des pluies), ce qui a des conséquences pratiques sur les conduites d'assainissement posées à ce niveau :
 - Risque temporaire de drainage des eaux de nappe superficielle ;
 - Risque de mouvement de terrain exerçant des contraintes sur les conduites pouvant entraîner leur dégradation (fissure) voire des casses ;
- La partie Sud et Sud-Est est dominée par des formations du Quaternaire continental. Il s'agit d'alluvions et de sables issus de la dégradation des roches formées aux ères de dépôts marins pritées. Ce type de formation avec une couche faible de remblai se caractérise souvent par la constitution d'une zone humide en surface comme pour la zone de marais sur Sidi Ali L'Abhar. Ces matériaux se gorgent facilement d'eau et sont peu stables, ce qui a des conséquences pratiques sur les conduites d'assainissement posées à ce niveau :
 - Risque permanent de drainage des eaux de nappe superficielle ;
 - Risque de mouvement de terrain exerçant des contraintes sur les conduites pouvant entraîner leur dégradation (fissure) voire des casses ;

I.4 Situation hydrographique :

De nombreux Oueds parcourent la ville de Béjaia. Ce nombre important de cours d'eau est la résultante de deux facteurs : la topographie naturelle de la ville conjointe à une abondance pluviométrique. Les plus notables sont les suivants :

- *Oued Soummam*, le plus important de la Kabylie avec ses 200 km de long, il ne traverse pas les zones urbaines mais son embouchure se trouve au sud de Béjaia ;

- *Oued Serir*, qui est un des deux principaux oueds urbains de Béjaia. Il passe au sud de la zone industrielle du centre de la ville pour rejoindre la Soummam.

- *Oued Seghir*, le deuxième plus grand oued urbain de Béjaia. Il se sépare de l'Oued Serir juste avant les zones les plus urbanisées de Béjaia avant de rejoindre directement la mer en contournant la zone industrielle centrale par le nord.

La carte suivante représente le réseau hydrographique de la ville de Béjaia qui se divise en trois types d'Oueds :

- ✓ Les oueds à l'état naturel ;
- ✓ Les oueds canalisés mais toujours à ciel ouvert ;
- ✓ Les oueds canalisés en galerie fermée ;

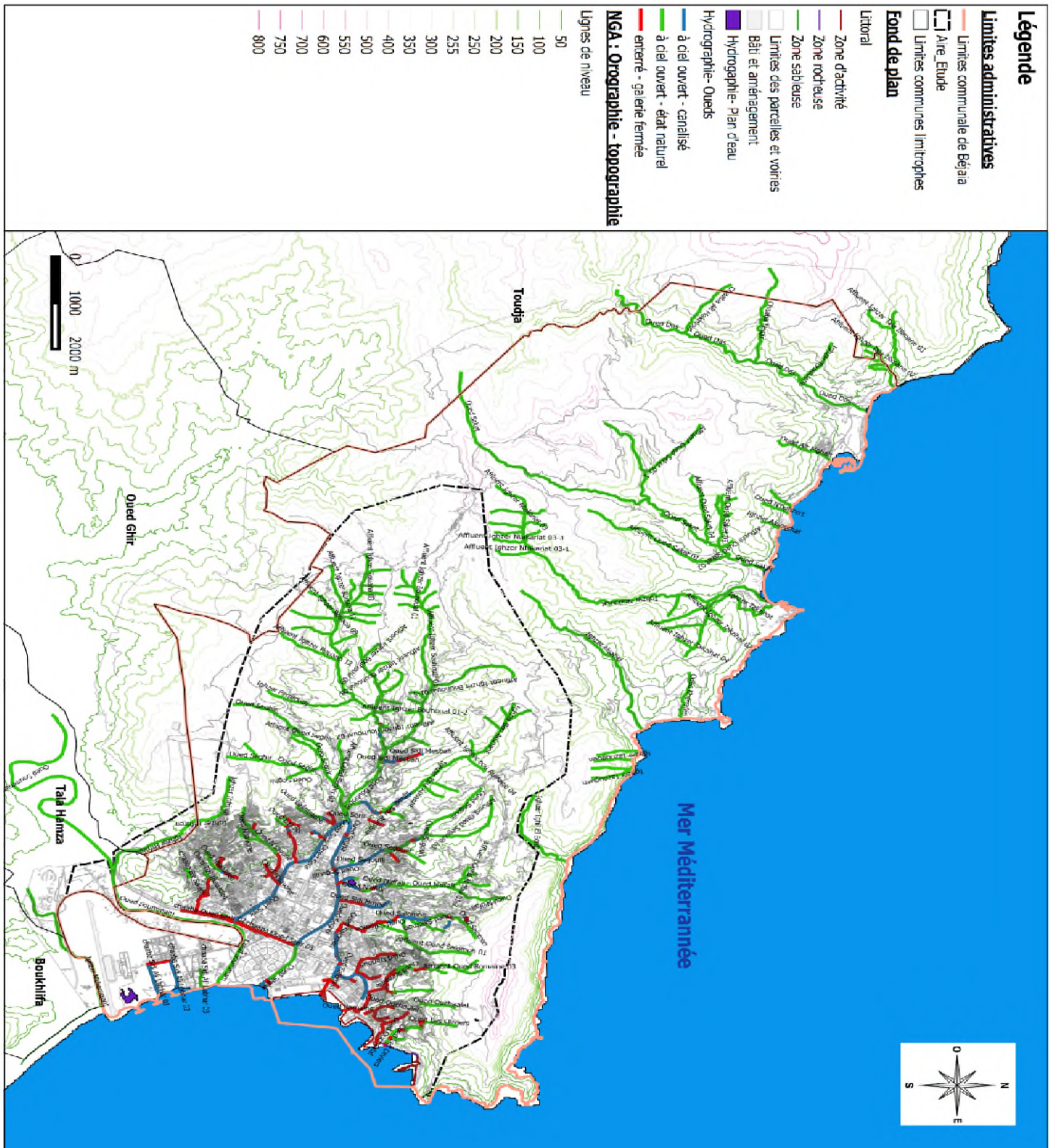


Figure (I-2) : Le réseau hydrographique de la ville de Béjaia.

La figure ci-dessous présente un exemple d'un Oued naturel.



Figure (I-3) : Oued Soummam (oued à l'état naturel).

L'oued Serir canalisé et à ciel ouvert est présenté ci-dessous :



Figure (I-4) : Oued Serir (oued canalisé mais toujours à ciel ouvert)

La figure ci-dessous présente deux photos d'un oued canalisé en galerie fermée.



Figure (I-5) : Oued canalisé en galerie fermée (Rue de la liberté)

I.5 Situation climatique :

La région de Béjaia bénéficie d'un climat de type méditerranéen avec un hiver pluvieux et doux et un été chaud et sec.

Les données suivantes sont issues des observations réalisées à la station climatologique de l'aéroport de Béjaia située dans la zone d'étude à une altitude de 2 m dont les coordonnées géographiques sont les suivantes :

Latitude : 36° 43'N et Longitude 5°04E.

I.5.1 Températures :

Les températures moyennes mensuelles de la région de Béjaia varient de 12°C en janvier à 26°C en août. Les températures minimales moyennes mensuelles descendent à 7°C et les températures maximales moyennes mensuelles sont de l'ordre de 31°C.

Le tableau suivant résume la variation des températures de la zone d'étude et la figure qui suit montre la représentation graphique des températures moyennes mensuelles.

Tableau (I-1) : Températures moyenne maximales, minimales et moyennes mensuelles pour la période 1970-2009 (station météorologique de Bejaia, 2010).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T _{max} (°C)	16,8	17,6	18,7	21,1	24	26,9	30,2	30,5	27,9	25,5	21,6	17,7
T _{min} (°C)	7,2	8,2	8,8	11,7	15,2	18,3	21,8	21,7	19,3	16,2	11,9	8,7
T _{moy} (°C)	12	12,9	13,75,	16,4	19,6	22,6	25,6	26,1	23,6	21,3	17,2	13,2

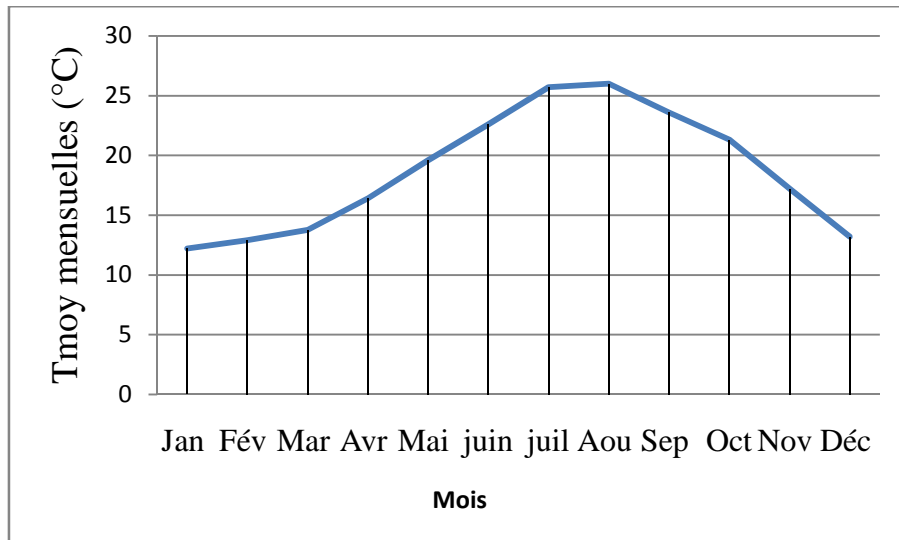


Figure (I-6) : Courbe de la variation des températures moyennes mensuelles pour la période 1970-2009 (station météorologique de Bejaia, 2010).

I.5.2 Pluviométrie :

La ville de Béjaia est caractérisée par des averses importantes. Elle est considérée par l'Office National de Météorologie (ONM) comme l'une des villes les plus pluvieuses du pays.

La hauteur moyenne des précipitations annuelles relevées entre 1993 et 2006 est de 762mm.

Le tableau et la figure ci-après présentent les précipitations moyennes mensuelles interannuelles.

Tableau (I-2) : Précipitations moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitation moyennes mensuelles (mm)	126.4	92.8	45.3	69.6	39.8	132.2	26.2	10.2	55.1	56.4	92.4	134.6

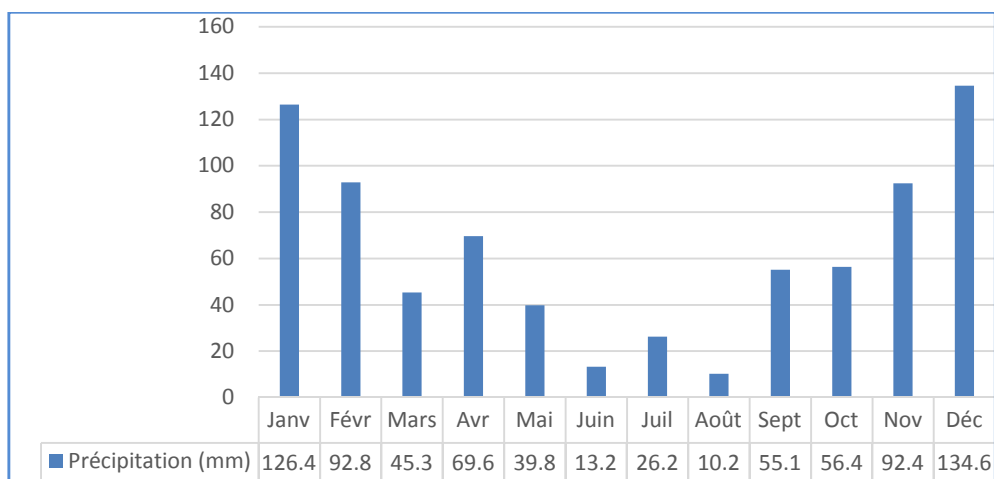


Figure (I-7) : Pluviométrie à l'aéroport de Béjaia.

Une saison sèche apparaît nettement de juin à août inclus. En effet la pluviométrie de ces trois mois ne représente que 6,5% de la pluviométrie annuelle. A l'inverse, la période allant de novembre à février inclus correspond à une saison très humide, elle représente plus de 58% de la pluviométrie annuelle.

Avec une pluviométrie de 134,6 mm le mois de Décembre est le mois le plus pluvieux. Le mois le plus sec est le mois d'août avec une pluviométrie moyenne de 10,2 mm.

I.5.3 Humidité :

Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de la région de Bejaia, pour une période de 05 ans (2005-2009) sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau (I-3) : Moyennes mensuelles de l'humidité (2005-2009) (Station météorologique Bejaia, 2010)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	juin	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité(%)	78	76,6	77,8	77,6	77,8	76	74,6	75	76,2	77,4	74,8	78,2

Source : ONM

Les valeurs moyennes de l'humidité fluctuent autour de 77 % attestent l'influence du milieu marin.

I.5.4 Le vent :

Selon les données de la station météorologique de l'aéroport, la région de Béjaia reçoit dans la majorité du temps des vents modérés, représentés par 23 %, des vents calmes (< 1 m/s), avec la dominance des vents soufflants d'Ouest à Sud-ouest (44%) et dont les vents d'Est ne représentent que (13%).

I.6 Situation démographique :

Les graphiques suivants fournissent les données acquises en termes de population, de construction et de logement. Ces données concernent la période de 1996 à 2014 avec un focus entre 2008 et 2014.

Il en est déduit différents taux et ratios techniques :

- ❖ La population actuelle s'établit à 185 882 habitant pour l'ensemble de la commune,
- ❖ La quasi-totalité des habitants est installée dans la zone urbaine (98,9% de la population globale),
- ❖ La densité de la population actuelle est de l'ordre de 1 550 habitant/km²,
- ❖ La taille moyenne des ménages actuelle est de l'ordre de 5,3 habitants/ménage,
- ❖ Le taux d'occupation des logements est de l'ordre de 4 habitants/logement,
- ❖ Le nombre de construction en 2008 sur le territoire communal était de l'ordre de 20 240 unités,

- ❖ Le nombre de logement en 2008 était de 43 430 unités ; actuellement il est de l'ordre de 48 000 unités,
- ❖ Le taux d'occupation des logements est plutôt faible. Il est de l'ordre de 73% pour la zone urbaine ZU et chute respectivement à 21% et 29% pour les agglomérations secondaires AS et les zones éparses.

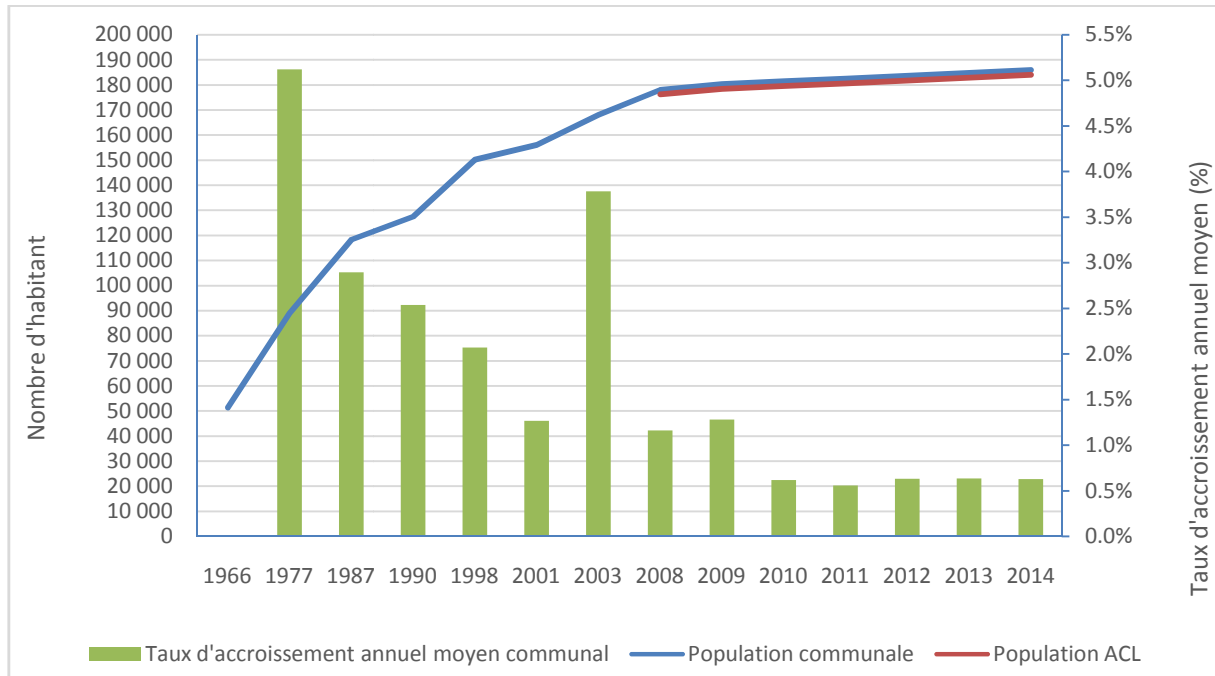


Figure (I-8) : Évolution de la population de la ville de Béjaia.

Source : DPAT/ DPSB /ONS

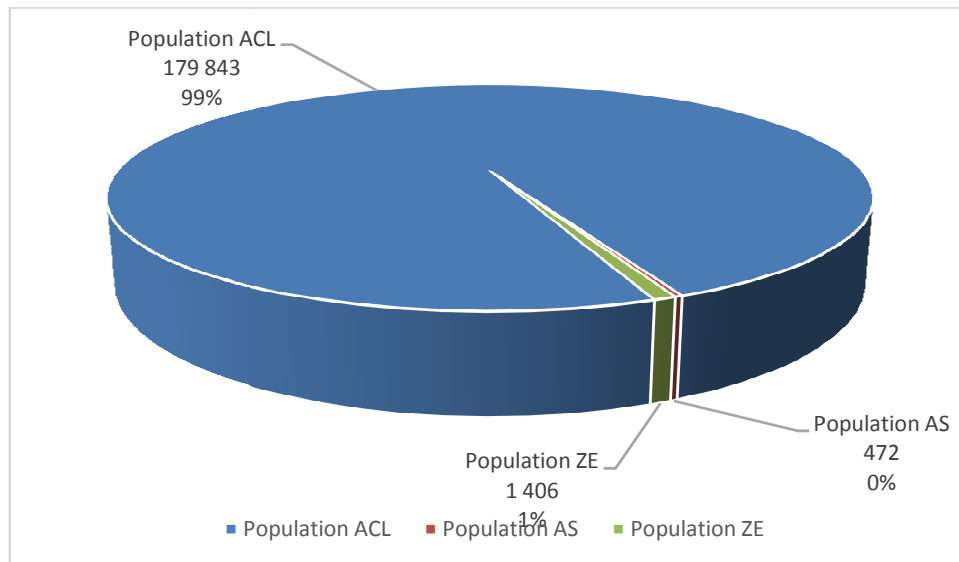


Figure (I-9): Répartition de la population selon le type d'habitat - moyenne période 2008-2013 - ville de Béjaia.

Source : DPAT/DPSB & ONS

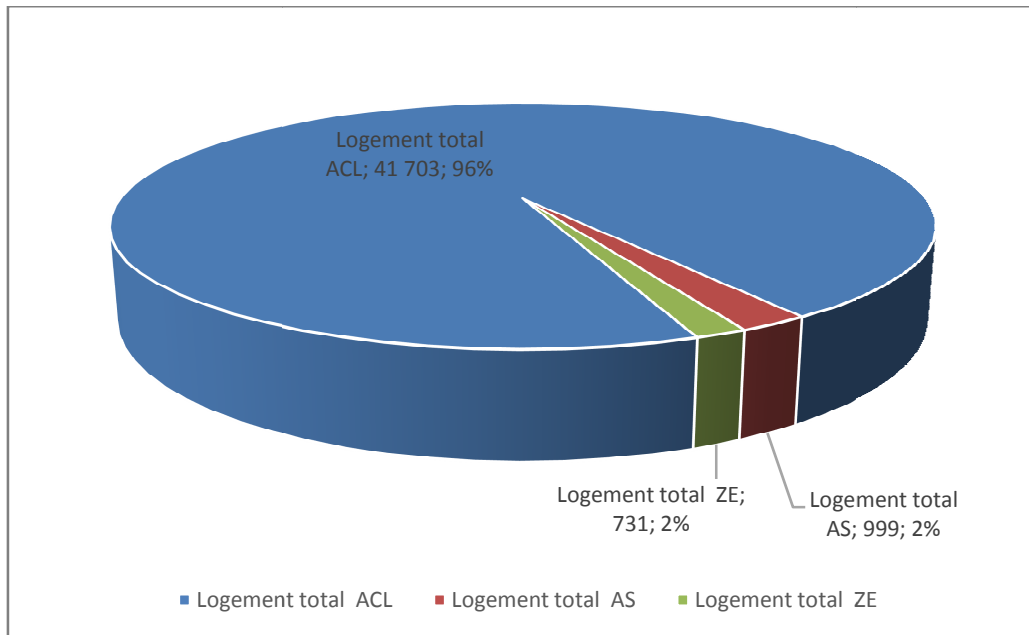


Figure (I-10) : Répartition des logements selon le type d'habitat – RGPH 2008 – ville de Béjaia

Source : DPAT/DPSB & ONS.

I.7 Situation hydraulique :

Le système d'AEP actuel de la ville de Béjaia est alimenté par 3 champs de captage, permettant l'extraction des eaux souterraines présentes dans les alluvions ainsi que des eaux superficielles des Oueds situés à l'Est de Béjaia, d'une part, et du renforcement récent du barrage de Tichy Haf d'autre part :

- Champ de captage oued Agrioune (5 forages).
- Champ de captage oued Zitouna (4 forages).
- Champ de captage oued Djemaa (3 forages et 3 puits).
- Transfert à partir de la source bleue située à Bordj-Mira.
- Barrage de Tichy Haf.

I.8 Conclusion :

Dans cette première partie, nous avons donné une présentation générale du site de notre étude : la ville de Béjaia.

Les données de notre agglomération ont été résumées du point de vue ; géologique, hydrographique, climatologique et démographique :

- Trois types de formations géologiques ;
- Plusieurs oueds traversant la ville : Naturels, canalisés; à ciel ouvert et fermés ;
- La population actuelle est de l'ordre de 185 882 hab;
- Le climat de la ville de Béjaia est chaud et sec en été et pluvieux et doux en hiver ;
- Les températures peuvent atteindre la valeur maximale en Juillet et Août.

II.1 Introduction :

Un réseau d'assainissement est un assemblage complexe d'ouvrages qui doivent assurer :

- L'évacuation des eaux pluviales, d'une manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas après les diverses ;
- Le transit vers l'épuration des eaux usées et les eaux résiduaires industrielles ;
- Protection de l'environnement ;
- Protection de la santé publique.

Il se décompose en deux sous-ensembles, en premier un réseau de collecte et de transfert et en second des unités de traitement des eaux usées collectées.

II.2 Systèmes d'assainissement :

Les principaux systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie sont :

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

II.2.1 Système unitaire :

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau, généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel. [1]

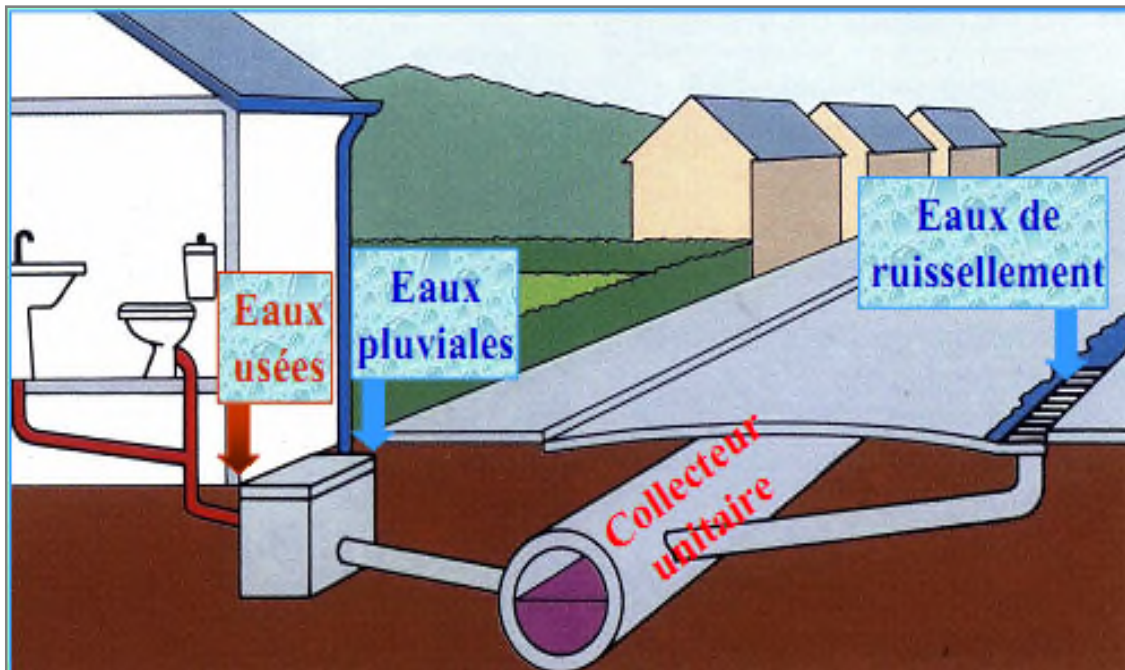


Figure (II-1) : système d'assainissement unitaire.

II.2.2 Système séparatif :

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par deux canalisations (figure II-2) dont l'une est légèrement plus grande destinée à recevoir les eaux pluviales, et la seconde plus petite pour collecter les eaux usées.[1]

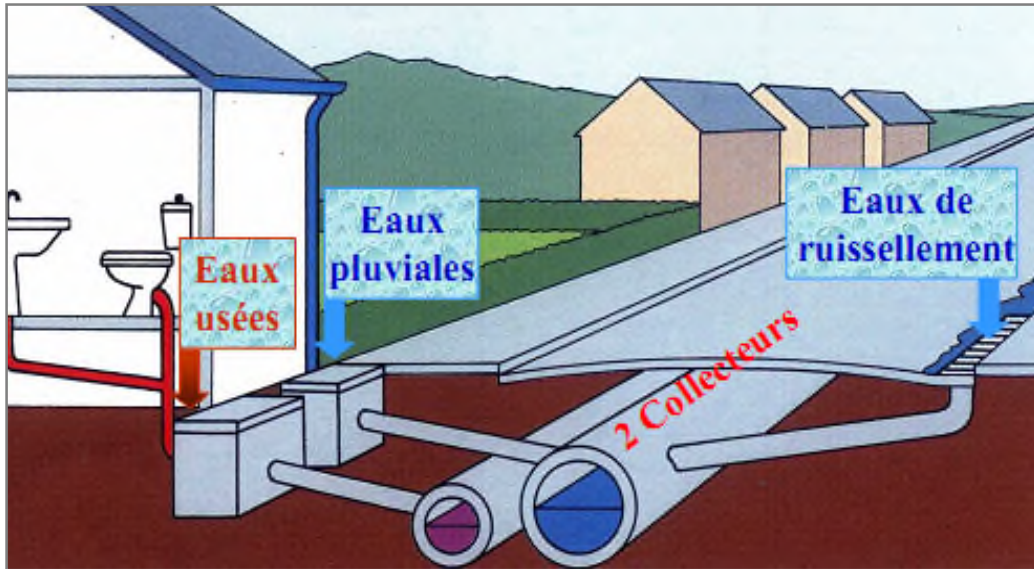


Figure (II-2) : système d'assainissement séparatif.

II.2.3 Système pseudo séparatif :

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties (figure II-3) :

- les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques;
- les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoulent par des ouvrages particuliers (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature,...).[2]

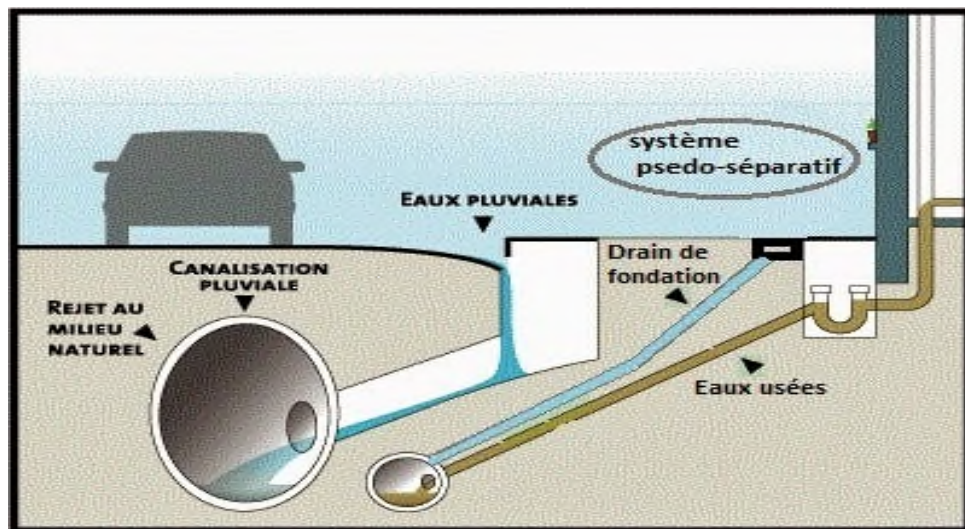


Figure (II-3) : système d'assainissement pseudo-séparatif.

II.2.4 Avantages et inconvénients des différents systèmes :

Tableau (II-1) : Analyse comparative des principaux systèmes d'assainissement :

Réseau	Avantages	Inconvénients
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'une canalisation unique ; - Pas de risque d'inversion de branchement ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible vitesse d'écoulement par temps sec, et partant médiocrité de l'auto-curage du réseau et risques de dépôts solides dans le réseau ; - Exigence de curage périodique du réseau avec du matériel spécialisé ; - Mise en charge élevée du réseau ;
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées ; - Transport de la totalité des micropolluants des eaux usées vers la STEP ; - Exploitation plus facile de la station d'épuration. 	<ul style="list-style-type: none"> - exigence de deux canalisations (donc cout élevé) ; - Encombrement important du sous-sol ; - Risque important d'erreurs de branchements.
Pseudo-séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Combinaison des avantages précédents 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumule des inconvénients des deux systèmes précédents.

Source : cours d'assainissement 3^{ème} année LMD.

II.3 Les différents ouvrages du système d'assainissement :

Les réseaux d'assainissement comprennent des ouvrages principaux et ouvrages annexes :

II.3.1 Les ouvrages principaux :

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

Ces ouvrages sont identifiables en fonction de :

- Leurs formes géométriques ;
- La nature des matériaux qui les constituent.

II.3.1.1 Classification selon leurs formes géométriques :

C'est ainsi que l'on peut avoir des conduites à sections circulaires, des conduites à sections ovoïdes et des ouvrages à profil particulier.

A- Conduites à section circulaire :

La section circulaire est à priori la plus économique pour l'évacuation d'un volume d'effluent donné, on l'utilise dans le cas de faibles sections comme elles peuvent être utilisées pour les grandes sections avec certains inconvénients.[3]

Elles se présentent par tançons, de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant leurs grandeurs elles sont classées comme suit :

- Collecteur primaire, pour les grands diamètres supérieurs à 0,80 m ;
- Collecteur secondaire, pour les diamètres moyens compris entre 0,30 et 0,80 ;
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs à 0,30 m.

B- Conduites ovoïdes préfabriquées :

Ce type de conduites est conçu pour remédier aux problèmes de largeur de la tranchée et surtout de la vitesse d'écoulement minimale. Il permet aussi un accès relativement facile au réseau. Leur longueur utile est d'au moins 1 m. *Figure (II-4)*

Cette forme a été mise au point pour avoir des vitesses d'écoulement aussi constantes que possible, quelque soit le débit. Ces conduites remplacent le profil circulaire de grand diamètre afin d'éviter les dépôts (Conditions d'auto- curage).



Figure (II-4) : Tuyau ovoïde préfabriqué.

C- Cadres :

Les collecteurs sous forme de cadre *Figure (II-5)* peuvent être d'une section carrée, rectangulaire ou trapézoïdale. Ils sont de dimensions non normalisées, fabriqués en béton armé sur place. Les cadres sont utilisés généralement dans les réseaux d'eaux pluviales ou pour la canalisation d'un cours d'eau dans un milieu urbain.



Figure (II-5) : Conduite sous forme de cadre d'un réseau d'eaux pluviales.

D-Collecteurs visitables de sections particulières :

Ces collecteurs sont réalisés dans les centres urbains où le système d'assainissement est de type urbain.

Ils peuvent se classer en deux catégories :

- Les ouvrages ordinaires à cunette
- Les collecteurs à banquettes

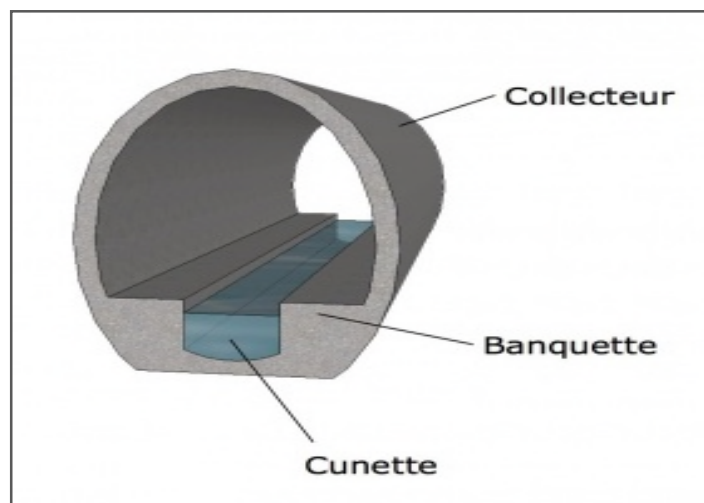


Figure (II-6) : Collecteur de type ovoïde à deux banquettes et une cunette.

II.3.1.2 Classification selon la nature des matériaux qui les constituent :

A. Conduites en béton non armé :

Les conduites en béton non armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de conduites ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante. [4]

B. Conduites en béton armé :

Les conduites en béton armé sont fabriquées mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration etc...), La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m. Ce type de conduites comporte deux séries d'armatures :

- des barres droites appelées « génératrices » ;
- des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 15 cm. [4]

C. Conduites en amiante-ciment :

Les conduites et pièces de raccord en amiante ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre en présence de l'eau.

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

D. Conduites en fonte :

Ce type de conduites a été imposé à titre de sécurité pour la traversée d'un bassin hydrominéral par un collecteur d'eaux usées, elle offre une bonne résistance à l'écrasement.

Les raffineries de pétrole utilisent couramment ce type de matériel pour évacuer les eaux industrielles.

E. Conduites en matière plastique :

La matière plastique usuelle pour les évacuations est le chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié. Les conduites sont opaques et de couleur normalisée (grise claire).

Ce type de conduites offre une bonne résistance à l'agression d'ordre chimique. Mais elles présentent une certaine sensibilité aux chocs. Elles ne doivent pas être employées lorsque la température de l'effluent est supérieure à 35°C pour éviter leur dilatation.

F. Conduites en grès :

Les conduites en grès offrent une bonne résistance, surtout en série renforcée, le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300° C. Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable par les agents chimiques, à l'exception de l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre de conduites est recommandée dans les zones industrielles, ils sont livrés avec des longueurs minimales de 1 m. [3]

G. Conduites en brique ou pierre :

Les conduites en brique ou pierre ou un mélange des deux, sont fabriquées en maçonnerie avec des formes ovoïdales ou carrées, on les retrouve dans les anciens réseaux d'assainissement sous forme de galerie. *Figure (II-7)*



Figure (II-7) : Collecteur en brique sous forme ovoïdale.

II.3.1.3 Choix du type de canalisation :

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

- Pentes du terrain ;
- Diamètres utilisés ;
- La nature du sous-sol traversé ;
- La nature chimique des eaux usées ;
- Efforts extérieurs dus au remblai.

II.4 Ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes correspondent aux constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle du réseau.

II.4.1 Les ouvrages de branchement :

Sont les ouvrages courants, indispensables en amont ou sur le cours des réseaux, ils assurent la fonction de recueil des effluents ou d'accès du réseau.

II.4.1.1 Les branchements au réseau :

Les branchements particuliers sous domaine public permettent l'acheminement des eaux usées domestiques, des eaux pluviales ou des eaux industrielles provenant d'une source privée vers un collecteur public.

Les branchements doivent assurer les meilleures conditions d'hygiène pour l'habitation tout en sauvegardant le bon fonctionnement du réseau de collecte en respectant les règles du règlement sanitaire départemental et du règlement du service de l'assainissement de la collectivité.

Un branchement particulier, comme l'illustre la figure suivante, comporte trois parties essentielles :

A. Regard de façade (boîte de branchement) :

Est un ouvrage en béton armé qui doit être déposé en bordure de trottoir sur la façade de la propriété à raccorder pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.

B. Canalisation de branchement :

Sont utilisées pour raccorder les regards de façade aux réseaux publics. Elles sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.

C. Dispositifs de raccordement au réseau :

Permettent le raccordement direct des branchements sur les conduites. Ils sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

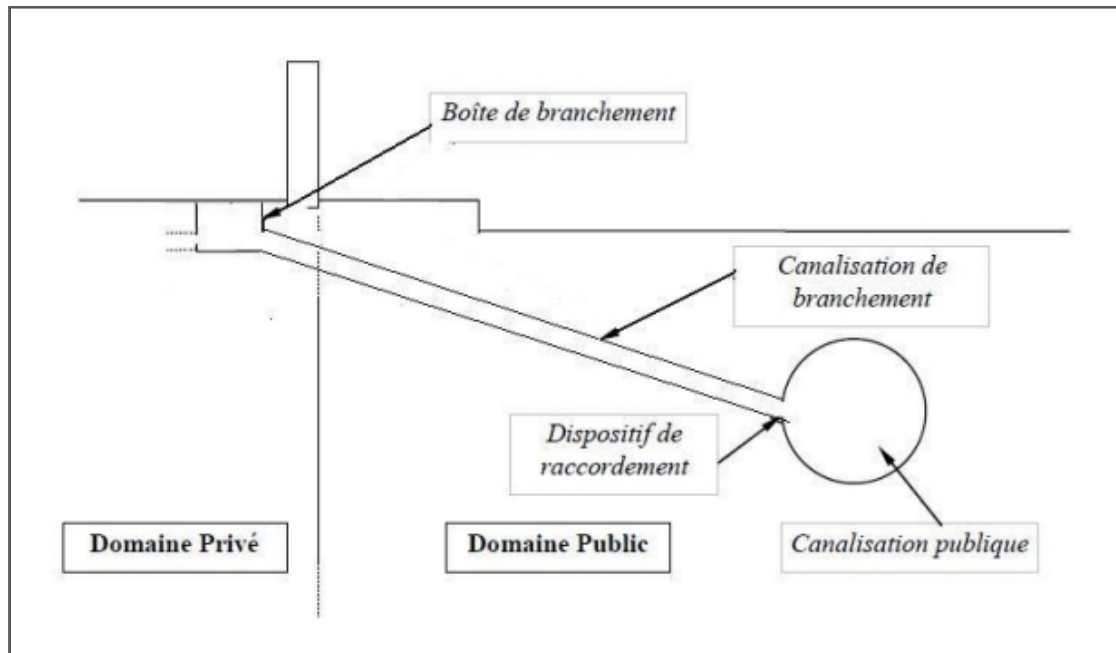


Figure (II-8) : Description schématique d'un branchement particulier.

II.4.2 Ouvrages de collecte en surface :

Ces ouvrages sont destinés en général, aux eaux pluviales. On distingue deux catégories :

II.4.2.1 Ouvrages d'engouffrement en tête et sur le cours du réseau principal (bouches d'égout):

Ce sont des ouvrages destinés exclusivement à collecter les eaux en surface. Ces ouvrages peuvent être classés selon deux critères principaux :

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. [4]

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'enlever les déchets).

Bouche d'égout à accès par le dessus (à grille) :

Ce sont des ouvrages d'engouffrement des eaux pluviales, constitués d'une fosse de section carrée en béton. D'une grille concave à cadre carré en fonte ductile.

Bouche d'égout à accès latéral (à avaloir) :

Ce sont des ouvrages d'engouffrement à avaloir, constitués d'une fosse de section carrée en béton, d'un tampon en fonte ductile et cadre carré avec trou de 12 mm et système de verrouillage.



Figure (II-9) : Bouche d'égout à grille.



Figure (II-10) : Bouche d'égout à avaloir

II.4.2. 2 Ouvrages de collecte et de transport :

A. Fossés :

Ces ouvrages sont destinés, en général, à la collecte et le transport des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

B. Gargouille :

Ce sont des conduites à section carrée ou rectangulaire, encastrés dans le sol, destinés à conduire les eaux pluviales au caniveau lorsqu'il n'existe pas de réseau de collecte d'eaux pluviales à proximité immédiate. [5]



Figure (II-11) : Exemple de gargouille en pvc avec une grille incorporée.

C. Caniveaux :

Ce sont des accessoires de la voirie, destinés à la collecte d'eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et les trottoirs. Et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égouts.[5]

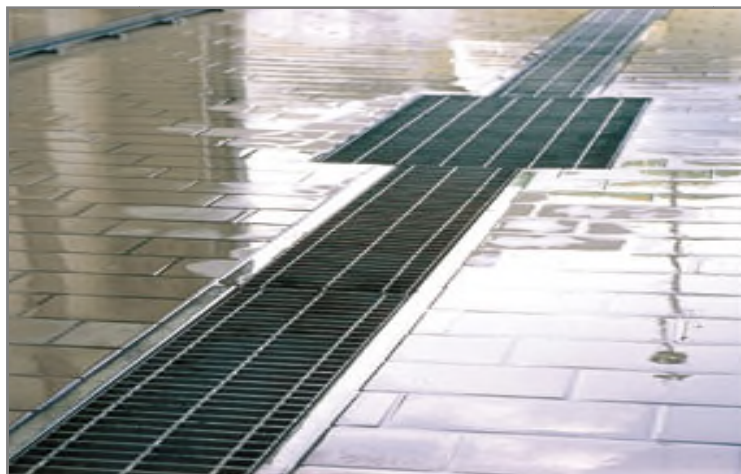


Figure (II-12) : Caniveau.

II.4.3 Les ouvrages d'accès au réseau :

Ce sont en fait des Ouvertures par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer l'entretien et la surveillance du réseau.

II.4.3.1 Regards :

Les regards sont des ouvrages constitués par un puits vertical surmonté d'un couvercle mobile. Son rôle est de permettre l'accès aux canalisations pour le curage, de plus ils assurent la ventilation des égouts.

Ils sont installés à chaque:

- ✓ Jonction de canalisation ou jonction de réseau ;
- ✓ Changement de diamètre ;
- ✓ Changement de direction ;
- ✓ Changement de pente ;
- ✓ 60 mètres pour les diamètres 500 et 600mm;
- ✓ 50 mètres pour les diamètres 800 et 1000mm;
- ✓ Accès à des ouvrages spéciaux.

II.4.3.1.1 Types de regards :

- ❖ **Regard en tête** ; il est impératif que le réseau d'assainissement débute par un regard qu'on appelle regard de tête, qui sert à :
 - Un éventuel curage mécanique ;
 - Un éventuel branchement.
- ❖ **Regard de jonction** ; il est prévu dans le but de joindre plusieurs conduites quelques soient leurs diamètres.
- ❖ **Regard de visite** (*Figure (II-13)*) ; il convient de prévoir des regards de visite à des distances assez rapprochées pour pouvoir accéder à l'entretien régulier des canalisations et assurer une ventilation au réseau.

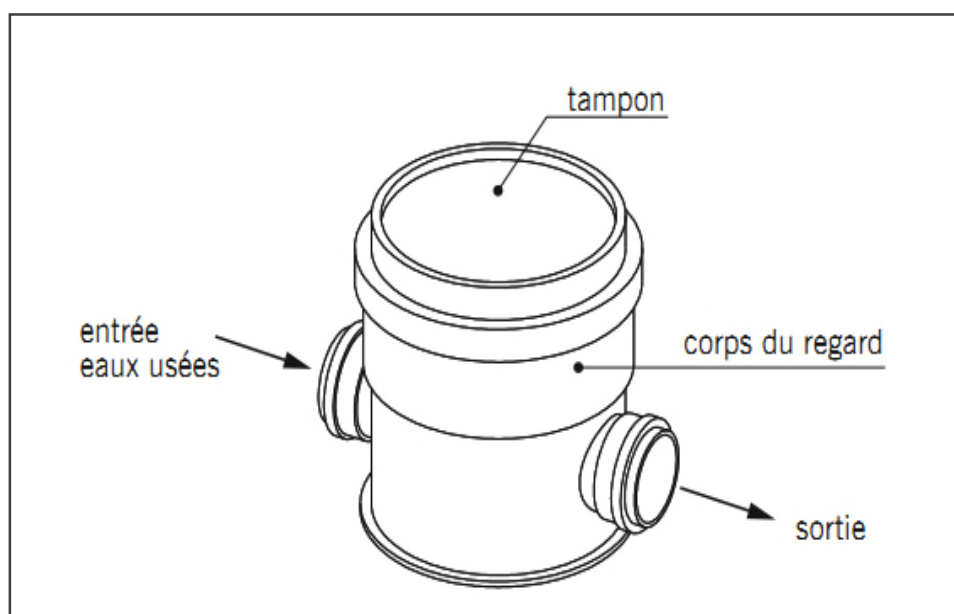


Figure (II-13) : regard de visite.

II.4.4 Les ouvrages spéciaux :

➤ Ouvrages liés aux circonstances

II.4.4.1 Stations de pompages :

Les stations de pompages sont destinées, en assainissement, à élever les eaux d'un niveau à un autre, soit pour le franchissement d'un obstacle, soit pour modifier des tracés devenus économiquement inacceptables en réseau gravitaire, ou en raison de conditions incompatibles avec les données d'aval. [4]

Suivant le cas on distingue :

- **Un poste de relèvement** : est destiné à élever les eaux, généralement sur place et sur une faible hauteur, pour permettre à un collecteur devenu trop profond de retrouver un niveau économiquement acceptable.
- **Un poste de refoulement** : a pour objet de faire transiter les effluents sous pression, souvent sur une assez grande longueur ou sur une assez grande hauteur de refoulement pour franchir un obstacle particulier (rivière, relief, etc....) ou pour atteindre une station d'épuration éloignée.

Une station de pompage comme le montre la figure (II-14) est constituée de :

- ✚ *Une bêche* de stockage temporaire ou de reprise des effluents, équipée en amont d'un dégrillage et d'une chambre de dessablement ce qui est souhaitable pour limiter les effets abrasifs et assurer la pérennité des matériels hydro-électriques en retenant les déchets volumineux et une échelle qui permet d'accéder à la bêche.
- ✚ *Un ensemble hydroélectrique* constitué d'une ou plusieurs motopompes, immergées ou non, des tuyauteries et appareillages nécessaires à l'exhaure des effluents.
- ✚ *Une chambre additionnelle* ; constitue les équipements hydrauliques :
 - Un clapet anti retour ; évite la vidange du circuit hydraulique après l'arrêt des pompes et la protection du moteur électrique de ne pas se tourner dans le sens inverse lors du retour de l'eau.
 - Une vanne ; placé après le clapet permet d'isoler les pompes lors de l'entretien et du démontage.
 - Anti bélier ; permet de protéger l'installation hydraulique.
 - Une armoire de commande.

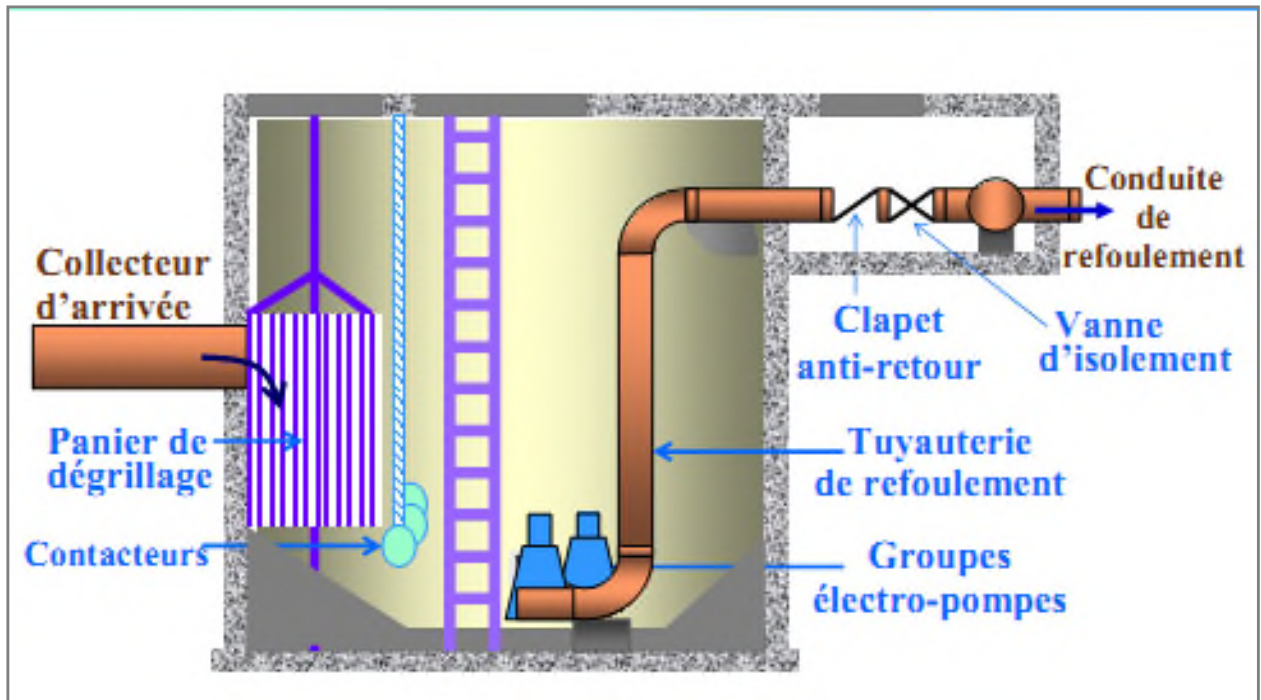


Figure (II-14) : Eléments constitutifs des stations de relevage.

II.4.4.2 Déversoir d'orage :

Le déversoir d'orage est un ouvrage en béton constitué d'un bassin rectangulaire ou carré, muni de déversoir à seuil unique ou à seuil latéral ou frontal d'une sortie de délestage des eaux pluviales ; dont la fonction essentielle est d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur et d'intercepter les débits des eaux usées diluées vers le réseau.[6]

Ils sont placés :

- Avant la station d'épuration pour la régularisation du débit ;
- Sur le réseau pour réduire les diamètres des collecteurs en aval, ou déchargé un collecteur

On distingue :

- | | |
|--|--------------------------|
| - Déversoir à seuil frontal ; | - Déversoir circulaire ; |
| - Déversoir à seuil latéral ; | - Déversoir siphonide ; |
| - Déversoir à double seuil latéral ; | - Déversoir à vannage. |
| - Déversoir avec ouverture de radier ; | |

Les figures suivantes illustrent quelques types des déversoirs d'orage :

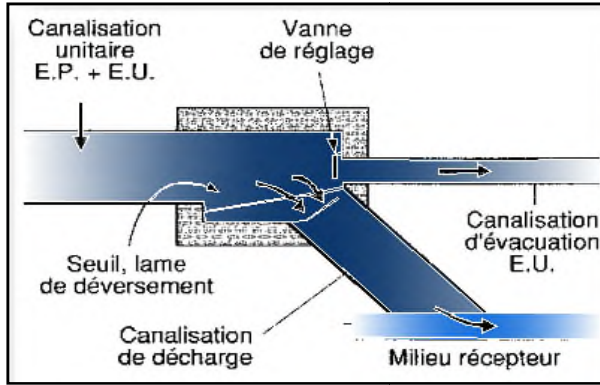


Figure (II-15) : Déversoir d'orage à seuil latéral.

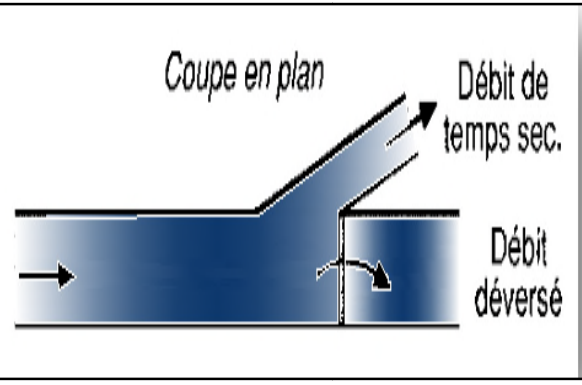


Figure (II-16) : Déversoir d'orages à seuil frontal.

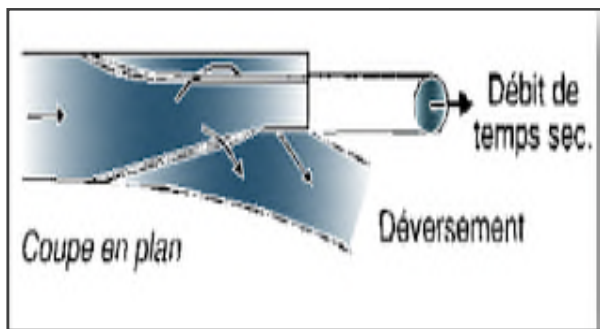


Figure (II-17) : Déversoir d'orage à double seuil latéral.

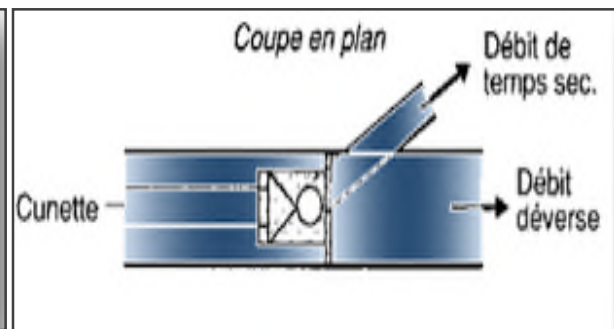


Figure (II-18) : Déversoir d'orage avec ouverture du radier.

II.4.4.3 Trop-plein:

Le trop-plein est un organe de fonction similaire à un déversoir d'orage, cependant il n'y a pas de lame déversante de régulation. Celle-ci s'effectue uniquement par mise en charge du réseau, la conduite du flux déversé étant altimétriquement au-dessus de décharge de la conduite du flux conservé.[7]

La figure suivante montre un exemple d'un trop plein du réseau :



Figure (II-19) : Trop plein du réseau.

II.4.4.4 Passages en siphon :

Les passages en siphon sont réalisés dans le cas de franchissement d'obstacles tel que les cours d'eau, routes ou voie ferrées encaissée avec des puits verticaux ou inclinés ou mixtes ou d'autres dispositifs souples.[7]

La figure suivante illustre un schéma représentatif d'un type de passage en siphon :

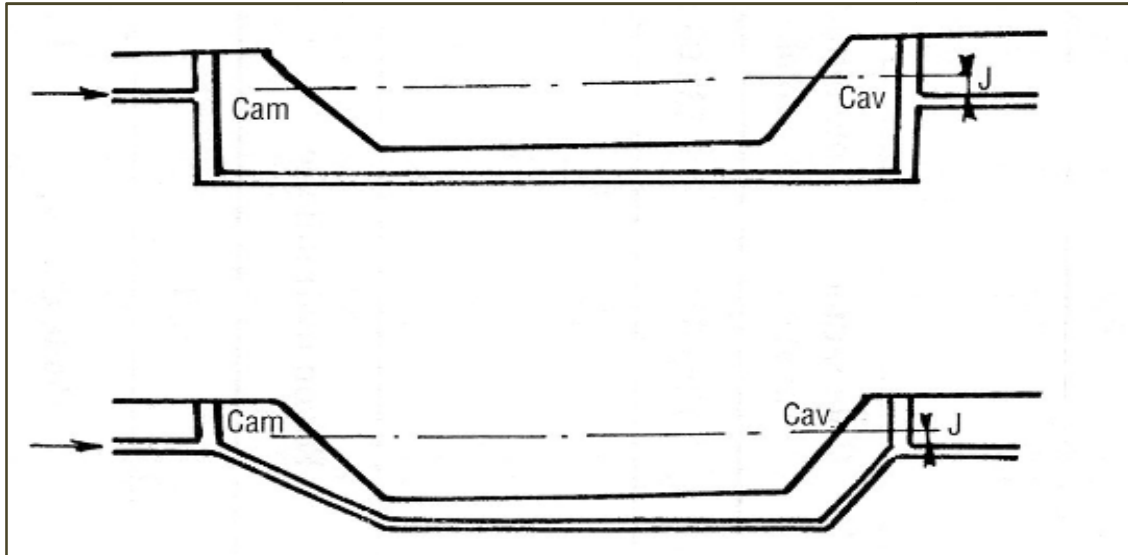


Figure (II-20) : schémas de passages en siphon.

II.4.4.5 Points hauts :

Les points hauts ce sont des simples points de partage altimétriques des eaux au niveau d'une conduite.

- Dispositifs liés au bon fonctionnement tels que les dispositifs de ventilations, réservoirs de chasse, bassin de dessablement, dégrilleurs.

II.4.4.6 Dispositifs de ventilations :

Ces dispositifs sont destinés à assurer en toute circonstance une aération suffisante de l'égout afin d'éviter le développement des fermentations anaérobies nauséabondes pouvant conduire à des dégagements de méthane dans les ouvrages et à assurer la sécurité du personnel. A cet égard, ils doivent donc être généralisés sur les réseaux. En particulier, une ventilation efficace devra être obtenue au voisinage des installations électriques (stations de relèvement, de refoulement, bassins de décantation, etc. ...).

II.4.4.7 Dégrilleurs :

Les dégrilleurs ont pour objet la rétention à l'amont des parties canalisées, des siphons, à l'entrée des stations de pompage et d'épuration, les corps volumineux entraînés par les eaux pluviales ou les eaux usées au cours de leur écoulement dans les canalisations d'assainissement.

L'appareillage comprend trois parties :

- Une *pré-grille* fixe s'arrêtant à mi-hauteur au maximum, du plus haut niveau des eaux et destinée à retenir les déchets lourds ou volumineux.
- Une *grille mécanique* à commande automatique destinée à retenir et à extraire les déchets peu volumineux et les corps flottants qui seront stockés dans des conteneurs pour évacuation. La section de passage devra être au moins égale à celle du collecteur.
- Une *grille statique* sera éventuellement construite à côté et dans le même plan que la grille mécanique à laquelle elle se substituera partiellement dans le cas accidentel d'une panne en permettant ainsi le dégrillage manuel.

*une grille est constituée d'une rangée de barreaux verticaux parallèles.

II.4.4.8 Bassin de dessablement :

Les bassins de dessablement sont des ouvrages qui permettent d'éliminer les matières facilement décantables qui sont véhiculées par les eaux usées et pluviales (le plus souvent du sable).

Il pourra néanmoins être nécessaire de les placer sur le réseau d'assainissement pour la protection des ouvrages contre :

- Le frottement au niveau des collecteurs et pompes.
- Les pertes en volume utilisables dues aux dépôts qui se forment rapidement.

II.4.4.9 Bassins de retenue des eaux pluviales :

Les bassins de retenue d'eaux pluviales sont des ouvrages destinés à réguler les débits reçus de l'amont du réseau, en vue de les restituer ultérieurement à l'aval sous forme d'un débit compatible avec la capacité totale ou partielle d'évacuation de l'exutoire (au sens large : fossé, canalisation, antenne d'un réseau existant,...). [8]

Le fonctionnement des bassins doit donc permettre :

- ❖ D'écarter les pointes des orages de forte période de retour,
- ❖ La rétention temporaire destinée à maîtriser les débordements en raison des insuffisances du réseau à l'aval,
- ❖ La restitution des volumes stockés à faible débit, appelé débit de fuite, sur une période plus ou moins longue, selon la capacité hydraulique du réseau aval et surtout du milieu naturel.

II.5 Conclusion :

Cette synthèse théorique nous montre l'importance des réseaux d'assainissement et la diversité des ouvrages constituant ces réseaux.

L'omission d'un élément entrainera des dysfonctionnements critiques dans tout le système, c'est pourquoi il est important de les concevoir et les dimensionner d'une manière rationnelle.

III.1 Introduction :

Cette partie traite une synthèse des résultats de l'enquête effectuée par le bureau d'étude "SCE" en charge du projet "Etude de diagnostic et de réhabilitation des réseaux d'assainissement des villes de Tizi Ouzou et Béjaia" 2015-2016.

III.2 Présentation des bassins de collecte primaire :

Ces bassins représentent de grand secteur géographique où tous réseaux sont confondus. Ils délimitent une unité géographique cohérente en fonction de :

- La topographie ;
- L'hydrographie de la ville ;
- L'histoire de son urbanisation.

Ils possèdent un ou plusieurs exutoires d'eaux usées ou d'eaux pluviales.

Le système d'assainissement de la zone d'étude s'étend sur une superficie de 6102 Ha. Il est structuré autour de deux stations d'épurations et de douze (12) bassins de collecte primaires.

- Un bassin de collecte des eaux usées Sidi Ali Labhar est raccordé partiellement à la Station d'épuration du même nom.
- Un bassin de collecte des eaux usées Les Hauts de Tizi (HTI) se rejette directement en mer via des rejets dans l'Oued Soummam et de certains de ses affluents.
- Le bassin de collecte des eaux usées Zone Industrielle (ZI) reçoit les eaux usées de 6 bassins de collecte (BirSelam (BS), Tizi (TI), Ihaddaden (IH), Boukhiana (BO), Tezeboucht (TE) et Smina (SM). Il se raccorde partiellement à l'ancienne station d'épuration dite du Centre-Ville. Mais une partie des eaux usées de ce bassin se rejettent également directement au milieu récepteur.
- Les bassins de collecte des eaux usées Centre-Ville (VI) et Ancienne Ville (AVI) se raccordent à la station d'épuration du Centre-Ville mais l'essentiel des eaux usées collectées se rejette directement au milieu récepteur.
- Enfin, le bassin de collecte de Sidi Ahmed (SA) se raccorde partiellement au bassin de collecte Zone Industrielle mais se rejette aussi en partie directement au milieu récepteur.

A noter que l'exutoire des oueds et des deux stations d'épuration est la mer Méditerranée au niveau du golfe de Béjaia.

La carte ci-après suivie du schéma synoptique du fonctionnement du système d'assainissement représentent les différents bassins de collecte et leur fonctionnement.

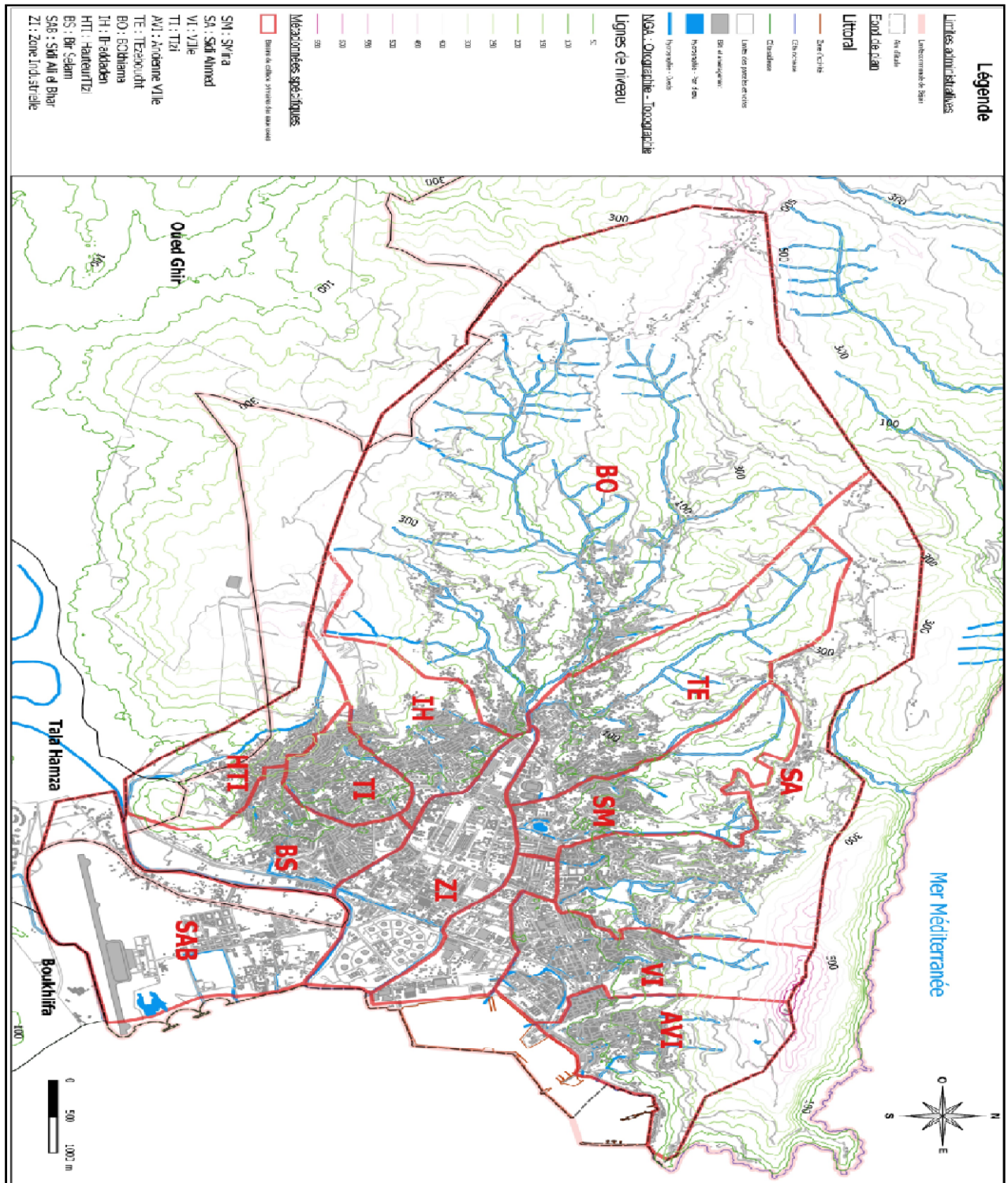


Figure (III-1) : Identification des bassins de collecte primaires de la ville de Béjaia.

0

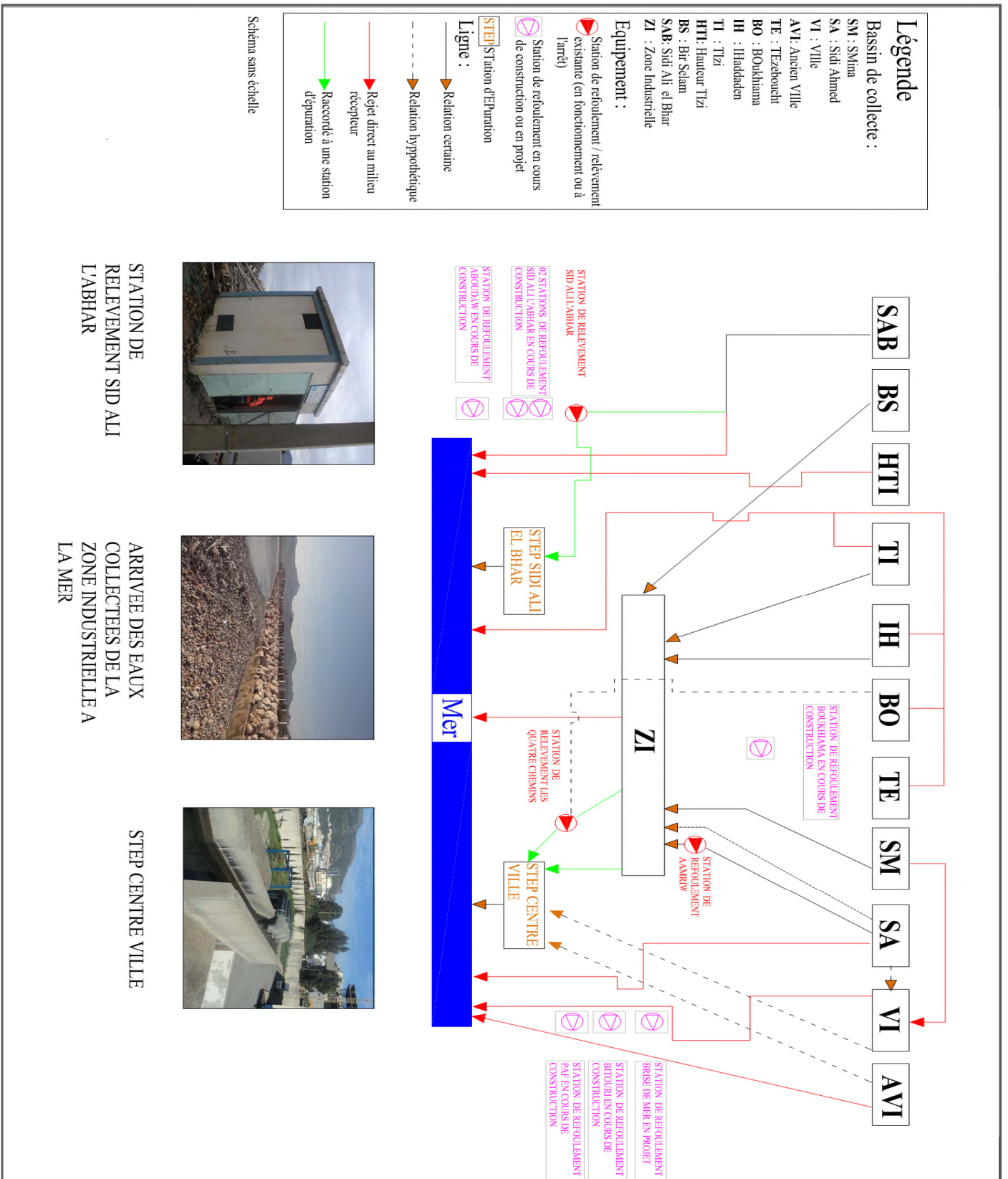


Figure (III-2) : Schéma synoptique du fonctionnement du système d'assainissement de la ville de Béjaia.

III.3 Description du réseau d'assainissement existant :

Le linéaire total du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia recensé lors des inspections en mois de mai 2016 est de l'ordre de 312,6 km.

III.3.1 Classification du réseau d'assainissement:

III.3.1.1 Par mode de fonctionnement du réseau :

La quasi-totalité des conduites inspectées fonctionnent en mode gravitaire (99,4% du linéaire global) comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau (III-1) : Mode de fonctionnement du réseau - ville de Béjaia

Mode de fonctionnement	Linéaire (ml)	Pourcentage (%)
Gravitaire	310 663	99,4%
Refoulement	1 627	0,5%
Relèvement	271	0,1%
Total	312 562	100,0%

Source : SCE.

III.3.1.2 Par nature du réseau :

Le tableau et le graphique suivants représentent le linéaire de canalisations selon leur fonction :

Tableau (III-2) : Linéaire des réseaux selon les effluents transportés

Type d'effluent	Linéaire (ml)	Pourcentage(%)
Eaux pluviales	68 296	21,9
Eaux usées	88 314	28,3
Unitaire	155 170	49,6
Eaux industrielles	449	0,1
Eaux traitées	314	0,1
Total	312 543	100,0

Source : SCE.

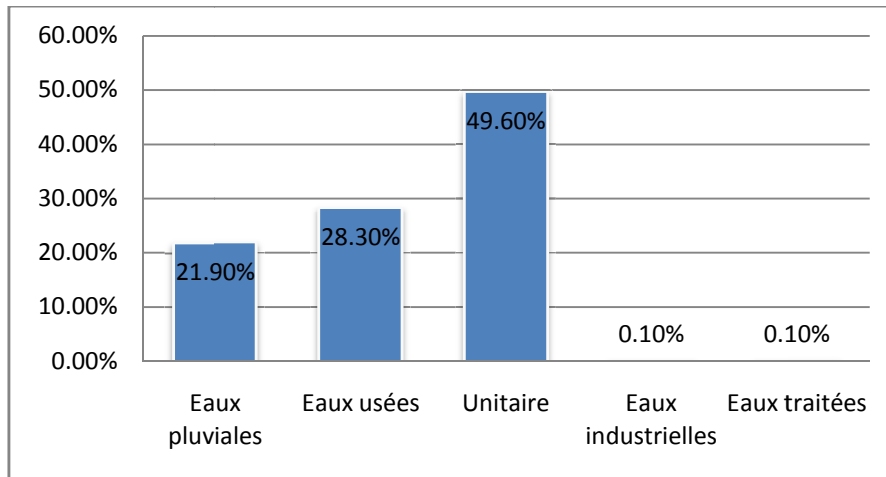


Figure (III-3) : Histogramme du réseau existant.

Les tableaux ci-dessous indiquent les linéaires de conduites par zone de collecte principale, et selon la nature d'effluent transporté.

Tableau (III-3): Inventaire des réseaux d'assainissement par écoulement.

Bassin		Linéaire de réseau d'assainissement					Total (ml)
Code	Nom	Unitaire (ml)	Eaux traitées (ml)	Eaux industrielles (ml)	Eaux usées (ml)	Eaux pluviales (ml)	
AVI	Ancienne Ville	11 441	-	-	3 745	2 054	17 240
BS	BirSelam	10 068	-	13	9 989	5 169	25 239
BO	Boukhiam	10 902	-	-	8 341	3 099	22 342
VI	Centre Ville	19 132	23	29	7 223	11 289	37 696
HTI	Hauteur Tizi	1 036	-	-	1 054	364	2 454
IH	Ihaddaden	11 702	-	-	5 004	7 429	24 135
SA	Sidi Ahmed	26 203	-	-	20 785	10 362	57 350
SAB	Sidi Ali L'Abhar	9 748	93	-	2 335	90	12 266
SM	Smina	17 666	-	-	8 444	9 825	35 935
TE	Tezeboucht	13 973	-	-	5 599	7 282	26 854
TI	Tizi	6 690	-	-	8 167	5 576	20 433
ZI	Zone Industrielle	16 609	198	407	7 628	5 757	30 599
Total		155 170	314	449	88 314	68 296	312 543

Source : SCE.

Conclusion :

Le réseau d'assainissement de la ville de Béjaia est essentiellement de nature unitaire.

Le faible linéaire d'eaux traitées est logique puisqu'il s'agit exclusivement des conduites de rejet des stations d'épuration. Il n'y a pas de réseau d'eaux traitées à usage d'irrigation ou industriel sur la zone d'étude.

III.3.2 Rejets et exutoires au milieu naturel :

Sur l'ensemble de l'aire d'étude, 377 points de rejet ont été identifiés et localisés. Le tableau suivant quantifie le nombre et la nature des rejets par bassin de collecte :

Tableau (III-4) : Inventaire des rejets par bassins de collecte - Ville de Béjaia

Bassin	Nature de l'exutoire						Total
	Rejet de réseau d'eaux pluviales	Rejet d'eaux traitées	Rejet direct de réseau d'eaux usées	Rejet direct de réseau unitaire	Rejet sauvage	Surverse d'ouvrages spéciaux	
AVI	7	-	-	2	1	-	10
BS	3	-	-	7	-	-	10
BO	15	-	12	15	11	1	54
VI	24	1	4	22	-	-	51
HTI	1	-	3	1	1	-	6
IH	12	-	6	10	19	2	49
SA	12	-	14	13	-	1	40
SAB	3	1	1	5	-	-	10
SM	6	-	1	8	4	1	20
TE	23	-	4	11	10	-	48
TI	6	-	3	7	1	-	17
ZI	23	2	3	22	8	4	62
Total	135	4	51	123	55	9	377

Source : SCE

Conclusion :

On constate que la grande majorité des exutoires existants (61% des exutoires globaux) contribuent directement au rejet direct des eaux usées au milieu naturel par leur conception et non suite à des erreurs de raccordement.

Les figures suivantes représentent des exemples de ces cas :



Figure (III-4) : Rejet direct de réseau unitaire dans Oued Serrir.



Figure (III-5) : Rejet sauvage.

III.3.3 Inventaire des oueds :

La fonction primaire des oueds est d'évacuer des eaux de ruissellement et habitats de faune et de flore, leur écoulement doit être donc temporaire. Cependant on constate qu'un certain nombre d'oueds présentent un débit par temps sec, ce qui les classerait en oueds permanents.

En effet les oueds traversant les zones urbanisées notamment Oueds Seghir et Oued Serir et Oued Salamon, entrent dans cette catégorie à cause des nombreux rejets directs du réseau d'assainissement. Par conséquent ces oueds peuvent être considérés comme un réseau d'assainissement structurant.

Le tableau suivant indique les linéaires des différents types d'oueds par zone de collecte principale,

Tableau (III-5): Inventaire des oueds par zone de reconnaissances.

Bassin	Linéaire des oueds			
	Ciel ouvert berges naturels (ml)	Ciel ouvert canalisé (ml)	Galerie enterrée (ml)	Total (ml)
AVI	3 243	192	5 446	8 881
BS	7 593	-	2 706	10 299
BO	50 578	346	600	51 524
VI	2 481	2 738	2 365	7 584
HTI	3 473	-	-	3 473
IH	2 102	446	2 883	5 431
SA	4 289	1 487	1 763	7 539
SAB	3 634	1 449	452	5 535
SM	6 075	1 188	3 023	10 286
TE	8 308	2 275	694	11 277
TI	1 121	348	1 089	2 558
ZI	5 968	9 655	5 065	20 688
Total	98 865	20 124	26 086	145 075

Source : SCE.

III.3.4 Conduites :

III.3.4.1 Géométrie des conduites :

Le réseau d'assainissement de la zone d'étude est composé de conduites de diamètres variant de 80 à 1500 mm et de galeries de différentes dimensions. 96,6% des conduites inspectées sont de forme circulaire, le solde est des cadres rectangulaires ou carrés.

Le tableau et le graphique ci-dessous précisent la répartition des conduites circulaires par diamètre

Tableau (III-6) : Inventaire des diamètres des conduites circulaires par diamètre.

Diamètre (mm)	Linéaire (ml)	Pourcentage (%)
80	10	0,00%
100	182	0,06%
120	37	0,01%
150	1 305	0,43%
180	20	0,01%
200	13 523	4,48%
250	12 033	3,99%
300	99 592	32,99%
315	4 723	1,56%
350	558	0,18%
400	85 704	28,39%
450	1 171	0,39%
500	31 045	10,28%
550	38	0,01%
600	29 068	9,63%
650	30	0,01%
700	2 894	0,96%
800	6 817	2,26%
900	961	0,32%
1000	8 894	2,95%
1200	2 504	0,83%
1250	726	0,24%
1500	54	0,02%
Total	301 887	100,0%

Source : SCE.

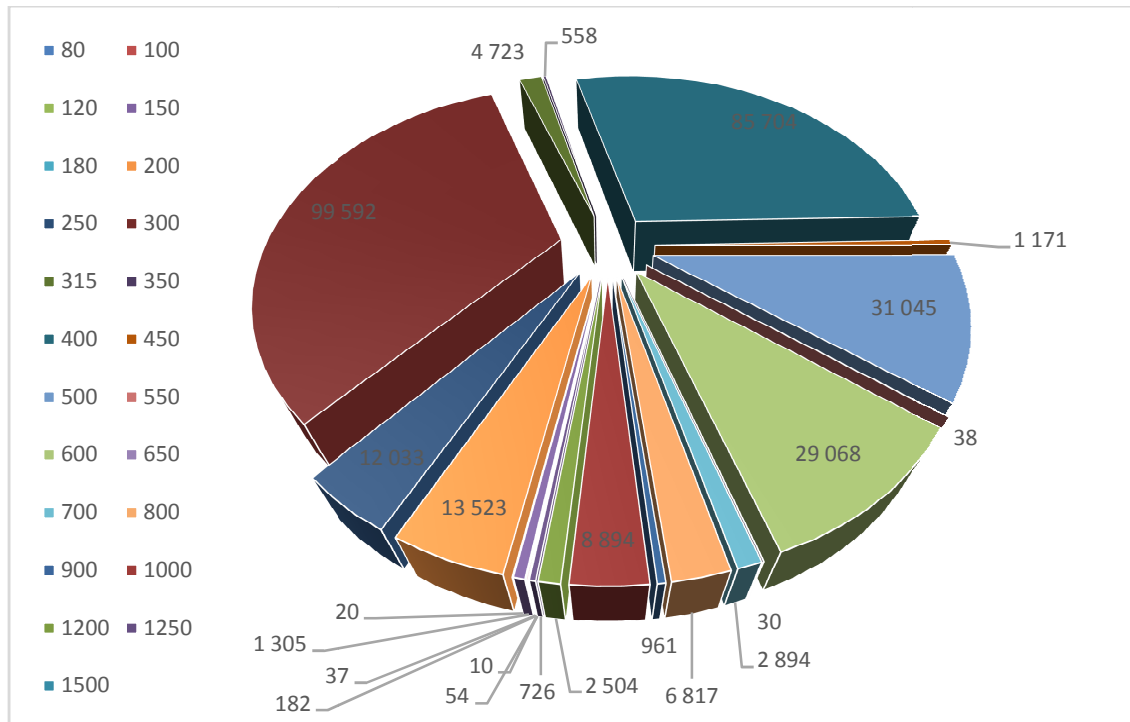


Figure (III-6) : Ventilation des conduites circulaires par diamètre - ville de Béjaia

Conclusion :

- 91,9% des conduites circulaires gravitaires ont un diamètre compris entre 200 et 650 mm.
- 7,6% des conduites gravitaires sont de grande taille (entre 700 et 1 500 mm). Il s'agit surtout de conduites d'eaux pluviales ou unitaires mais on peut parfois rencontrer des eaux industrielles et des eaux traitées.
- 0,5 % de ces conduites sont de très faibles dimensions (inférieures à 200 mm). Ces réseaux construits par les privés sont repris par le gestionnaire public avec leur mauvais dimensionnement et les contraintes de gestions et les dysfonctionnements observés.

III.3.4.2 Matériau des conduites :

Sans surprise le matériau dominant est le béton. C'est généralement le cas en Algérie. Les conduites plastiques étant souvent des conduites importées, les entreprises réalisatrices privilégient les conduites fabriquées in-situ pour des raisons économiques.

Le tableau et la figure ci-dessous indiquent la répartition des matériaux des conduites.

La présence de conduites en acier est avérée, il s'agit de quelques conduites de relèvement et de refoulement.

A noter que le matériau de certaines conduites n'a pas pu être déterminé, le plus souvent en raison du niveau d'obstruction de cette dernière.

Tableau (III-7) : Répartition des matériaux des conduites – ville de Béjaia

Matériau	Linéaire (ml)	Pourcentage
Brique	23	0,01%
Béton	248 670	79,56%
PEHD	1 613	0,52%
PVC lisse	42 274	13,52%
Acier	23	0,01%
Non renseigné	19 960	6,39%
Total	312 562	100,00%

Source : SCE.

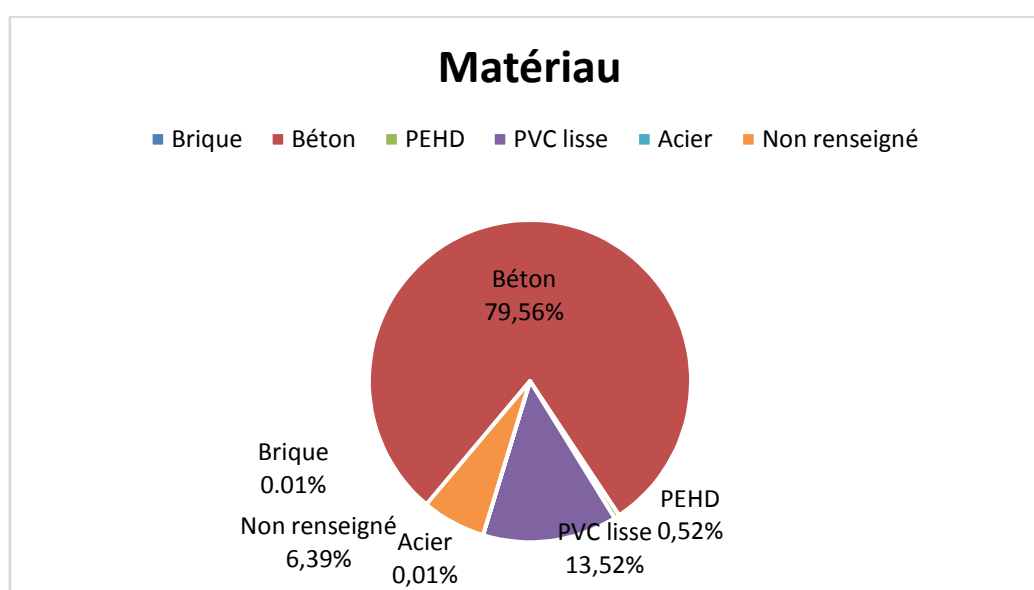


Figure (III-7): Répartition des matériaux des conduites - ville de Béjaia.

Conclusion :

Le système d'assainissement de la ville de Béjaia présente un niveau de risque élevé pour l'état physique des conduites vis-à-vis de ce paramètre. Ces risques sont dans le contexte local encore plus élevé en raison de :

- Matériau dominant : le béton ; fragile mécaniquement, rugosité forte et sensibilité aux attaques chimiques ;
- Une qualité de pose non maîtrisée ;
- Des contraintes de sous-sol (mouvement de terre et présence de nappes) ;
- Des charges de voirie augmentées par la circulation dense y compris des poids lourds et moyens et par le nombre important de voiries non goudronnées dans les zones urbaines en développement ;

III.3.4.3 Age des conduites :

Le tableau suivant indique la période de pose de conduites.

Tableau (III-8) : Répartition de l'âge des conduites - Villes de Béjaia

Date de pose	Linéaire (ml)	Pourcentage (%)
Avant 1983	67	0,02%
Avant 1996	27 008	8,64%
Entre 1997 et 1999	5 563	1,78%
2000	2 212	0,71%
2010	820	0,26%
Entre 2011 et 2015	808	0,26%
2016	25	0,01%
Non renseigné	276 058	88,32%
Total	312 562	100,00%

Source : SCE

Conclusion :

Environ 88% du linéaire global du réseau n'a pas pu être renseigné, à cause de l'absence des données.

III.3.5 Les regards :

8 872 regards ont été recensés sur la zone d'étude y compris au niveau des galeries enterrées des oueds. Ceci correspond à un regard tous les 26 m en moyenne.

Le tableau suivant indique les sources de données concernant les regards :

Tableau (III-9) : Répartition de l'origine de la donnée - Base regard - Ville de Béjaia

Origine des données	Nombre	Pourcentage (%)
Indiqué sur plan	67	0,8%
Inspection regard	4 546	51,2%
Localisé au détecteur de métaux	720	8,1%
Vu sur le terrain	3 539	39,9%
Total	8 872	100,0%

Source : SCE.

- L'expression « **indiqué sur plan** » désigne tous les regards non inspectés, non visualisés ou encore non détectés sur le terrain.
- L'expression « **Vu sur le terrain** » désigne tous les regards visualisés sur le terrain mais non inspectés.
- L'expression « **Inspection regard** » désigne les regards inspectés lors des visites de terrain.

III.5.1 Accessibilité :

Le tableau ci-dessous présente une synthèse de l'accessibilité des tampons des regards.

Tableau (III-10) : Ventilation de l'accessibilité tampons des regards - ville de Béjaia.

Accessibilité	Nombre	Pourcentage (%)
Accessible	8101	91,3%
Sous bitume	633	7,1%
Sous terre	110	1,3%
Total non accessible	743	8,4%
Inconnue	28	0,3%
Total	8872	100,0%

Source : SCE

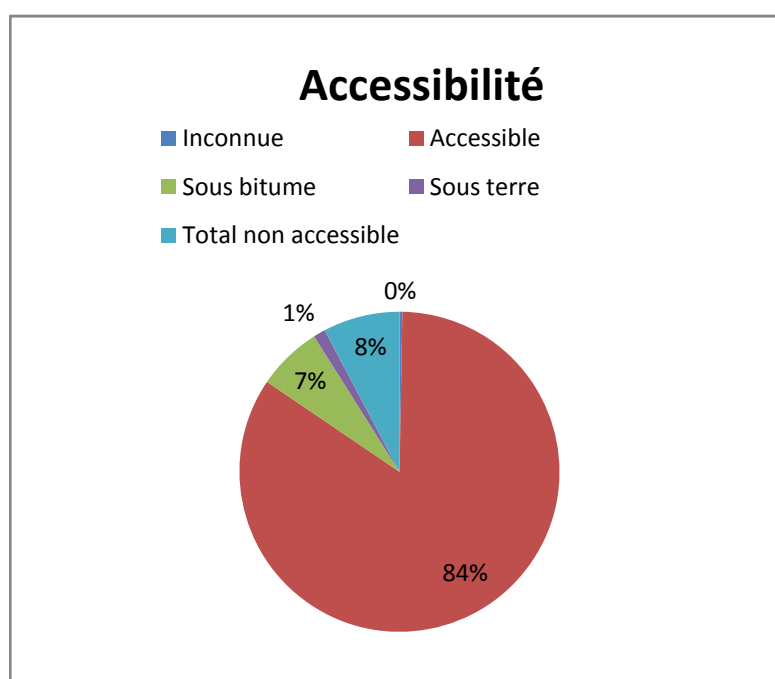


Figure (III-8) : Représentation de la ventilation de l'accessibilité des tampons des regards

- Le terme **Inconnue** désigne les regards d'une part indiqués sur un plan et d'autre part non visualisés et non recherchés lors des inspections de terrain.
- Les termes **sous bitume** et sous terre désignent les regards recherchés sur le terrain, localisés (au détecteur de métaux, via lors d'une inspection caméra, visuellement (par exemple un regard partiellement bitumé)) mais non accessible.
- Le terme **accessible** désigne tous les regards inspectés ou non, visualisés sur le terrain et dont la fermeture est accessible. Cependant l'accessibilité de la fermeture ne garantit pas la capacité d'un opérateur à manipuler et à ouvrir la fermeture du regard (par exemple, tampon soudé, ou encore dalle béton avec des joints cimentés ...).

III.5.2 Tampons des regards :

Concernant les fermetures des regards :

- Les matériaux de fermeture sont constitués à :
 - 74% en matériau fonte ou alliage.
 - 19% en matériau béton.
 - 07% non identifiés sur ce paramètre (non accessible ou non visualisé mais existant)
- Les formes de fermeture se répartissent de la manière suivante :
 - 71% circulaires
 - 22% carrés ou rectangulaires soit 1 940 unités dont 1 687 en béton (dalles)
 - 07% non identifiés sur ce paramètre (non accessible ou non visualisé mais existant).

Conclusion :

Le nombre de regards accessibles est de l'ordre de 8101 regards, soit environ 91,3% le nombre de regards inspectés est de l'ordre de 4 546 regards, soit environ 56,1% des regards accessibles. Ce nombre permet une description objective du système d'assainissement et permet sa bonne compréhension globale.

III.4 Principaux dysfonctionnements et problématiques observés :

Le système d'assainissement de la ville de Béjaia présente d'importants problèmes :

III.4.1 Problèmes des conduites :

10% des conduites à partir des regards inspectés sont dans une situation d'obstruction complète. Et 58% des conduites sont dans une situation d'encombrement excessif. Ces dysfonctionnements majeurs contribuent à d'autres dysfonctionnements comme les mises en charge et les débordements par temps de pluie mais favorisent également les déversements d'eaux brutes par temps sec.

La figure (III-7) illustre un exemple d'une conduite encombrée :



Figure (III-9) : Conduite encombrée par des déchets ménagers et des gravats (cité Djama).

III.4.2 Eaux claires parasites :

Problèmes des volumes importants d'eaux claires parasites originaires des nappes, des pertes du réseau d'eau potable, ou météoriques (pour les parties du réseau séparatif), qui rentrent dans le réseau d'assainissement via les défauts de types fissures, joints non étanches, casses des conduites ou encore des défauts d'emboîtement.

Ils peuvent entraîner :

- Des déversements dans le milieu récepteur par temps sec au droit des déversoirs d'orage et stations de refoulement / relèvement ;
- Une surcharge hydraulique des stations d'épuration ;
- De volumes important d'exfiltration des effluents vers le milieu récepteur.

Les figures suivantes illustrent un exemple d'infiltration d'eaux claires parasites :



Figure (III-10) : Infiltrations d'eaux claires parasites (Cité Nacéria).



Figure (III-11) : Infiltrations d'eaux claires parasites (Cité Mangin).

III.4.3 Problèmes d'inondations :

Le terme inondation reprend trois phénomènes distincts, explicités ci-dessous :

- *Inondation de crue* : il s'agit d'un débordement d'un cours d'eau de son lit mineur ou majeur, soit remontée de la nappe d'eau au niveau du terrain naturel.
- *Débordement du réseau d'assainissement* : comme l'expression l'indique, il s'agit du débordement du réseau d'assainissement par temps de pluie
- *Défauts de captation des eaux pluviales* : il s'agit de tous défauts de cohérence entre les voiries et les réseaux d'assainissement comme l'absence de point d'engouffrement au point bas ou des avaloirs obstrués.

Pour le cas de la ville de Béjaia, l'évacuation des eaux de pluie est mal maîtrisée, du fait soit :

- Du sous-dimensionnement des réseaux et ouvrages d'assainissement.
- Défauts de captation des eaux pluviales du fait de l'obstruction des avaloirs, par des ordures, du bitume ou des gravats dans les zones de travaux.

On trouve également des avaloirs obturés avec des planches ou des plaques de carton pour éviter des remontées d'odeurs nauséabondes.

Le cumul de ces différents obstacles à l'évacuation des eaux pluviales participe entre autres aux inondations récurrentes observées sur la ville.

Les figures ci-dessous montrent des exemples de cet état de fait :



Figure (III-12) : Débordement d'un regard.



Figure (III-13) : Inondation de voirie à Sidi Ali L'Abhar (Problèmes d'avaloirs).

III.4.4 Présence de H₂S :

Le H₂S est un gaz présent dans les réseaux d'assainissement, lorsque la septicité des effluents est trop élevée. Cela peut s'expliquer par un temps de séjour trop important (défauts de conception, ou d'entretien : absence de curage).

A. Processus coûteux :

L' H₂S corrode les ouvrages d'assainissement. En effet, l' H₂S au contact des parois des collecteurs, se transforme en acide sulfurique qui attaque le béton (et les métaux).

L'attaque biochimique des matériaux entraîne progressivement la dégradation de la canalisation jusqu'à l'effondrement.

B. *Processus malodorant :*

L'H₂S est senti à de faibles concentrations (0,002 à 0,2 ppm) dans un large périmètre autour des réseaux, des postes de refoulement et des stations d'épuration. Son odeur caractéristique d'œuf pourri, particulièrement désagréable, génère des nuisances pour les riverains. Ceci engendre une publicité négative vis-à-vis des ouvrages en cause et de leurs exploitants.

C. *Processus perturbateur :*

La présence de sulfures dissous peut favoriser dans certaines conditions le développement de bactéries filamenteuses responsables d'une diminution des rendements d'épuration.

Dans certaines zones, situées sur les bassins de collecte Targa Ouzemour, Ihadadden, Tizi, Bir Selam et Zone Industrielle, des concentrations en sulfure d'hydrogène (H₂S) supérieures au seuil de sécurité (10) ppm ont été détectées, allant jusqu'à 75 ppm. Ces niveaux élevés se maintiennent parfois même après ventilation (par l'ouverture des regards amont et aval) et attente, retardant ainsi les inspections.



Figure (III-14) : Formation de H₂S à l'intérieur d'une conduite



Figure (III-15) : Corrosion des parois en béton d'une conduite.

III.4.5 Problèmes des regards :

III.4.5.1 Etat des tampons :

Dans la périphérie de la ville il est constaté souvent l'absence de tampons sur les regards du fait de vol de ce type d'équipement, et certains tampons sont cassés, ceci est lié probablement à la qualité des tampons qui est insuffisante au trafic routier. Ainsi :

- 246 fermetures de regards se sont révélées cassées, soit 2,8% des regards inspectés.
- 63 fermetures de regards se sont révélées manquantes, soit 0,7% des regards inspectés.

Cette situation participe souvent à l'obstruction des regards soit par des ordures ménagères, soit par des gravats dans les zones de travaux, ce qui réduit fortement les capacités hydrauliques des collecteurs. Ces déchets participent à l'encombrement voire le comblement des réseaux.



Figure (III-16) : Etat dégradé des tampons des regards. (Route des Aurès).

III.4.5.2 Etat des regards

Une grille d'évaluation de l'état des regards a été adoptée par les services de l'ONA. L'objectif essentiel de cette grille est la classification de la gravité de l'état physique général des regards sur une échelle, allant de 1 à 6, des niveaux d'appréciation du risque. (Voir annexe 01).

Le tableau ci-dessous indique la situation des regards inspectés en appliquant cette grille d'évaluation.

Tableau (III-11) : Situation de l'état des regards inspectés - ville de Béjaia.

Gravité	État physique général	Attaque Chimique	Débordement	Infiltration	État hydraulique	Bouchage	Intrusion racinaire
1	0	1	68	0	4	240	0
2	0	1	70	4	9	341	0
3	2	14	111	37	294	431	38
4	290	52	136	83	491	737	0
5	2 944	68	502	122	781	674	0
6	1 310	4 410	3 659	4 300	2 967	2 123	4 508
Dégradé (1 à 5)	71,2%	2,99%	19,51%	5,41%	34,73%	53,30%	0,84%
Risque induisant une intervention à court ou moyen terme (1 à 4)	6,4%	1,50%	8,47%	2,73%	17,55%	38,47%	0,84%

Source : SCE

Conclusion :

- Environ 5% des regards inspectés sont concernés par des problèmes d'intrusion d'eaux claires parasites (infiltration).
- Environ un tiers des regards inspectés sont concernés par des défauts hydrauliques, Ces défauts peuvent également renforcer les défauts d'origine chimique et favoriser la mise en dépôt des effluents solides.
- 39% des regards inspectés ont un niveau d'obstruction (bouchage) important et par conséquent des conduites.

La figure suivante illustre un exemple de regard encombré par des déchets ménagers :



*Figure (III-17) : Regard dont les conduites amont et aval sont masquées par les déchets.
(Absence d'échelle de descente)*

III.4.6 Etat des Oueds :

Les oueds, de la zone d'étude, sont contaminés par des déchets ménagers, industriels et de construction ainsi que par les eaux usées non acheminées aux stations d'épuration. Ils présentent un fort taux d'encombrement. Plusieurs de ces cours d'eau sont canalisés et fermés. Il en résulte que ces cours d'eau ne remplissent plus leurs fonctions primaires. De plus, leur contamination et leur encombrement induisent des problématiques sanitaires et de protection des biens et des personnes (inondations).

Il est nécessaire de notifier qu'en raison de sa position géographique, la pollution en provenance de la ville de Béjaia pourrait avoir un impact non négligeable sur des zones qui présentent des intérêts touristiques importants notamment Tichy et Aokas. L'origine de ces impacts potentiels provient des courants du golfe Sud-Est de Béjaia.

Les figures suivantes illustrent des exemples des oueds encombrés par des déchets :



Figure (III-18) : État de l'Oued Seghir à proximité du marché.



Figure (III-19) : Encombrement d'oued N'dfali.

III.5 Conclusion :

A travers cette synthèse de l'état du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia, il ressort clairement, que :

- Un linéaire total de 312,6 km de canalisations dont 78% unitaire et 22 % d'eaux pluviales ;
- Les canalisations sont à 80% en béton, et les diamètres varient entre 80 et 1500 mm avec une concentration de faibles diamètres (300 et 400 mm) ce qui contribue à la saturation hydraulique et à l'apport d'eaux usées brutes aux milieux récepteurs.
- Un nombre de 8872 regards et 377 points de rejets différents ;
- Un niveau important d'encombrement des réseaux favorisant la génération de gaz H₂S et générant des dysfonctionnements répétés ;
- Des inondations au niveau de la zone basse et plane de la ville, par temps de pluie, provoquées par les défauts des ouvrages de captations ;

Vu le degré de dégradation avancée des canalisations et des ouvrages ainsi que les dysfonctionnements répétés du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia, les services de l'ONA et le Bureau d'études "SCE" œuvrent ensemble pour établir une stratégie efficace et un programme de réhabilitation du réseau d'assainissement pour les différents horizons : court, moyen et long terme.

IV.1 Introduction :

Les réseaux d'assainissement comportent différents ouvrages spéciaux nécessaires à la maîtrise de l'acheminement des flux drainés vers un exutoire précis. Ces ouvrages spéciaux, constituent des éléments majeurs du système d'assainissement et leur bon dimensionnement et état de fonctionnement sont primordiaux pour assurer une protection efficace du milieu récepteur, des biens et des personnes.

IV.2 Aperçu des principaux ouvrages du système d'assainissement de la zone d'étude :

L'inventaire des ouvrages du système d'assainissement est le suivant :

IV.2.1 Stations d'épuration (STEP) :

Deux (2) stations d'épuration existent sur l'aire d'étude :

IV.2.1.1 *STEP Centre-ville : (1983)*

Cette station est prévue pour une capacité de traitement maximale de 80 000 équivalent-habitants soit 13.000 m³/j. Elle a été pendant très longtemps à l'arrêt. Elle a été remise en fonctionnement depuis la réhabilitation de ses ouvrages de prétraitement en 2007-2008.

Cette station est à l'arrêt de 18h00 jusqu'à 22h00 à cause du coût de l'énergie sur cette intervalle de la journée.

Principaux problèmes observés :

- Apport important d'eaux claires parasites, « d'eaux propres » provenant de nappe, d'oued ou encore des pertes du réseau d'eau potable ;
- Absence de suivi des boues ;
- Taux de charge hydraulique de l'ordre de 50% ;
- Rendement épuratoire insuffisant.

IV.2.1.2 *STEP Sidi Ali L'Abhar :*

A priori de capacité de traitement maximale de 25 000 équivalent-habitants soit 3.000 m³/j, avec une extension prévue à 80 000 équivalent-habitants à l'horizon 2030 (Elle recevra une partie des eaux usées des communes voisines de Tala Hamza et d'Oued Ghir ainsi que des nouvelles zones d'urbanisation telles que l'Université de Béjaia).

Elle est en fonctionnement depuis 2013.

Principaux problèmes observés :

- Apport important d'eaux claires parasites « d'eaux propres » d'origine de nappe, d'oued ou encore des pertes du réseau d'eau potable ;
- Absence de suivi des boues ;
- Rendement épuratoire correct en DCO, DBO5 et MES mais insuffisant en azote et phosphore.
-

Conclusion :

A ce stade, il peut déjà être établi que la capacité épuratoire globale de l'aire d'étude est nettement insuffisante puisqu'elle est de 105 000 équivalent-habitants.

IV.2.2 Ouvrages spéciaux :

Au niveau des réseaux d'assainissement de la ville de Béjaia, 82 ouvrages spéciaux ont été identifiés. Il s'agit de :

- 5 Stations de pompage ;
- 2 déversoirs d'orage ;
- 51 ouvrages de régulation ;
- 10 trop-pleins de réseau ;
- 14 points hauts.

IV.2.2.1 stations de relèvement et de refoulement (SR) :

Cinq (5) stations existent, il s'agit de :

A. SR 4 chemins :

Il s'agit d'une ancienne SR actuellement à l'arrêt *Figure (IV-1)*, elle est censée alimenter la STEP Centre-ville. Le volume de sa bache est de l'ordre de 134 m³. Elle est équipée de trois pompes immergées, de capacités identiques de 720 m³/h et de puissance de 48 Kw.

Elle n'est pas automatisée, ainsi elle est pilotée manuellement à la demande du chef de la STEP Centre-ville. Le génie civil du poste de commande et de la bache de pompage est plutôt dégradé, ce qui a engendré des problèmes d'infiltration des eaux pluviales.

A cause de l'absence des équipements de protection (dégrilleur, décanteur), le réseau amont et la bache se sont misent en permanence en charge.



Figure (IV-1) : station de relèvement quatre chemins

La figure suivante démontre l'état dégradé de la SR :



Figure (IV-2) : station de relèvement quatre chemins

B. SR Sidi Ali L'Abhar :

Station qui refoule une partie des eaux du bassin SAB, directement vers la STEP de même nom. Le volume de sa bache est de l'ordre de 63 m³. En effet les deux pompes immergées, de capacités identiques de 200 m³/h, sont en panne et bouchées. Une pompe de surface a été mise en place afin d'alimenter au minimum la station d'épuration.

Le réseau amont et la bache sont en permanence en charge du au faible débit de la pompe de surface. Le génie civil du poste de commande et sa porte d'accès sont en état très dégradé.

Dans la mesure où cet ouvrage se situe sur un axe d'accès routier à un futur lotissement en construction, certains acteurs locaux souhaitent son déplacement. *Figure (IV-2)*



Figure (IV-3) : station de refoulement Sidi Ali L'Abhar.



Figure (IV-4) : la bache de la station de refoulement Sidi Ali L'Abhar.

C. SR du STEP centre ville :

Cette Station est mise en service depuis 2007, et refoule directement à la STEP centre ville. Sa bache est de 103 m³ de volume, elle est équipée d'un dégrilleur. Trois pompes identiques sont installées au niveau de cette station, avec la logique de fonctionnement, une pompe pour le temps sec, deux pompes pour le temps de pluie et la troisième en secours, avec des débits de refoulement de 500 m³/h (139 l/s) et de puissance de 20 Kw.

Plusieurs dysfonctionnements et accidents électriques, ont été constatés au niveau de l'armoire des commandes et des boites de relais électriques et les pompes ne fonctionnent plus en alternance mécanique mais manuel.



Figure (IV-5) : station de refoulement Centre-ville.

D. SR du STEP Sidi Ali L'Abhar :

Cette Station (figure (IV-5)) est mise en service depuis 2013, elle refoule directement à la STEP de même nom. Le volume de sa bache est de l'ordre de 71 m³. Elle est équipée de trois pompes immergées, de capacités identiques de 170 m³/h.



Figure (IV-6) : station de refoulement STEP Sidi Ali L'Abhar.

E. SR Trémie Amriw :

Cette SR (figure (IV-6)) a été réalisée sous maîtrise d'ouvrage Direction des travaux publics DTP, cette dernière a déclaré avoir transmis le dossier à l'APC depuis son achèvement. L'APC n'a cependant pas d'informations sur cet élément. Elle ne relèverait que des eaux pluviales. Elle fonctionnerait correctement. Son génie civil et ses commandes sont dans un état moyen. Cette station de pompage dispose d'un groupe électrogène autonome.



Figure (IV-7) : station de relèvement Trémie Amriw.

En plus des 5 stations existantes, Sept (7) autres stations de refoulement sont en cours de construction ou en projet :

- ✚ Aboudaw (hors zone d'étude) ;
- ✚ Sidi Ali L'Abhar Aéroport ;
- ✚ Sidi Ali L'Abhar Ireyahen ;
- ✚ PAF ;
- ✚ Boukhiamma ;
- ✚ Brise de mer ;
- ✚ Bitouri.

IV.2.2.2 Déversoirs d'orage :

Deux (2) déversoirs d'orage (DO) ont été installés sur le système d'assainissement à l'amont des stations d'épuration existantes.

Le tableau ci-dessous présente l'état des deux déversoirs d'orage :

Tableau (IV-1) : état de déversoirs d'orage

OS	Localisation	Hauteur de la lame (mm)	Génie civil	Flux conservés	Flux déversés
10	Amont de STEP Sidi Ali L'Abhar	3700	Bon état	Rejoignent la STEP	Rejoignent les eaux traitées de la STEP
21	Amont STEP Centre-ville.	2270	Dégradé	Rejoignent la STEP	Rejoignent les eaux traitées de la STEP



Figure (IV-8) : Déversoir d'orages situé en amont de STEP Sidi Ali L'Abhar.



Figure (IV-9) : Déversoir d'orage situé en amont de STEP Centre-ville.

IV.2.2.3 Points hauts :

Au nombre de 14, ils peuvent se classer en deux groupes :

Ceux situés en zone basse et à très faible pente et plutôt situés dans le bassin du centre-ville et autour des bassins de la zone industrielles. Ils ont une vraie fonction hydraulique d'équilibre des charges en cas de mise en charge du réseau ;

Ceux situés sur une crête à la périphérie de la ville. Ils n'ont pas de vraie fonction d'équilibre des charges du réseau. Le plus souvent ils sont la résultante de la volonté d'économiser la pose de deux regards têtes de réseau proche l'un de l'autre en mettant un seul regard.

Le tableau suivant représente l'état points hauts :

Tableau (IV-2) : Etat actuel des points hauts du réseau.

O S	Bassin	Localisation	Accessibilité	Présence de H2S	Présence de racine	Echelons manquants	Génie civil dégradé	Obstacle	Débordement	Dépôts importants	Traces de mise en charge	
28	VI	HarfiTaous	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	
33	AVI	Frères Ferdjellah	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON	
34		Frères Ouyougout	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
35		Frères Ouyougout	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
36		Frères FERDJELLA H	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
75		Des frères REDJRADJ	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON
37		DjebarBoualem	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
45	SM	Smina	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON	
68		BOUDCHIC HA Tahar	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON	
57	IH	BoualemOuzegdouh	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	
58		BoualemOuzegdouh	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	
59		BoualemOuzegdouh	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	
61	SAB	Boulevard Lieutenant FERDJELLA H Mohand Oulhadj	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	
68	SM	BOUDCHIC HA Tahar	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON	
Total			10	0	0	10	4	3	1	7	1	
Pourcentage (%)			71.43	0.00	0.00	71.43	28.57	21.43	7.14	50.00	7.14	

Il ressort de ce tableau que l'état des points hauts, en général, est bon, puisqu'on remarque :

- Qu'ils ne présentent pas de racines des végétations et qu'ils ne présentent pas de risque de H2S ;
- Qu'ils sont faiblement soumis aux mises en charges et débordements ;
- Que leurs génie civil n'est pas dégradé et ne présentent pas d'obstacles, à l'exception des 2 points hauts du bassin Smina et un point haut dans le bassin de l'ancienne ville ;
- Et que la majorité des points hauts sont accessibles mais n'ont pas d'échelons,

IV.2.2.4 Trop plein et ouvrages de régulation :

Sur le réseau d'assainissement de la ville de Béjaia, 10 trop-pleins de réseau et 51 ouvrages de régulation sont créés pour les cas suivant :

- Conçu lors de la pose d'un ouvrage spécifique par exemple une station de pompage. Il a une fonction de régulation des débits par temps de pluie ou en cas de panne de la station de pompage.
- Conçu au droit d'un point de raccordement d'une extension de réseau sur la conduite aval existante de capacité hydraulique plus faible. Il a une fonction de régulation de débit par forte pluie et de préservation du système et des biens et des personnes (évitements d'une surcharge hydraulique de la partie aval).
- Laisser par opportunité lors d'un raccordement d'une extension de réseau sur une conduite aval sans problématique de surcharge hydraulique aval. Souvent ils ne fonctionnent pas ou très rarement.
- Posé volontairement pour délester y compris par temps sec les effluents bruts en raison d'un dysfonctionnement de la conduite aval.



Figure (IV-10) : trop plein (OS 05)

Chapitre IV : Inventaire et état des ouvrages annexes du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia

Les tableaux suivants représentent l'état de ces ouvrages:

Tableau (IV-3) : Etat actuel des trop plein dans le réseau d'assainissement.

OS	Bassin	Localisation	Accessibilité	Présence de H2S	Présence de racine	Echelons manquants	Génie civil dégradé	Obstacle	Débordement	Dépôts importants	Traces de mise en charge
1	SA	RN24	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI
3	SM	Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI
4		Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI
32		Cité Djama	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
5	TE	Route de BOUKHIAMA	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON
6	BO	CHOUHADAS KABLI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
7	IH	Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI
69		CHOUHADAS KABLI	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON
48	BS	Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI
Total			10	1	1	9	7	3	0	5	6
Pourcentage (%)			100	10	10	90	70	30	0	50	60

Il ressort de ce tableau que l'état des *trop pleins* est dans un état relativement dégradé, puisqu'on remarque :

- Qu'ils ne présentent pas de racines des végétations et qu'ils ne présentent pas de risque de H2S, sauf pour celui de Boukhiam et un trop plein à Smina;
- Qu'ils sont soumis aux mises en charges mais pas aux débordements.
- Que leurs génie civil est, en majorité, dégradé mais avec moins d'obstacles:
- Et qu'ils sont tous accessibles mais n'ont pas d'échelons.

Chapitre IV : Inventaire et état des ouvrages annexes du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia

Tableau (IV-4) : Etat actuel des ouvrages de régulation du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia.

O S	Bassin	Localisation	Accessibilité	Présence de racine	Présence de H2S	Génie civil dégradé	Echelons manquants	Obstacle	Débordement	Dépôts importants	Traces de mise en charge
2	SA	Route de Boulimat, RN24	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
12		Boulevard de l'ALN	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
39		Chouhada Mellili	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
52		Chouhada Mellili	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
47		Boulevard des frères Tikharoubine	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
62		Amari Hamid	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
64		Ramtani	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
65		Ramtani	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
44		Chouhada Mellili	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI
11		BO	Route des Aurès	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI
13	TE	Route de l'Université	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
24		Fatima	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON
38		Chouhad abouchema	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI
43		TALA MARKHA 1	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON
14	TI	Iheddaden Oufella	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI
15		Iheddaden Oufella	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	NON
50		Frères ANNANI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
51		Boulevard	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON

Chapitre IV : Inventaire et état des ouvrages annexes du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia

		Krim Belkacem								
54		Iheddaden Oufella	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON
16	ZI	Route des Aurès	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI
46		Route des Aurès	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
18		Cité Djama	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI
19		Smina	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI
20		BOUDCHICH A Tahar	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
9	VI	Boumediene	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI
23		Route des Aurès	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI
25		Harfi Taous	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI
26		Harfi Taous	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON
27		Harfi Taous	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON
40		Harfi Taoues	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI
41		Frères Bougetaya	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI
42		Frères Bougetaya	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI
49		Rue de la Liberté	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI
55		Ben Khodja Noureddine	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON
56		BoualemOuze gdouh	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON
60	Rue de la Liberté	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	
66	Rue de la Liberté	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	

Chapitre IV : Inventaire et état des ouvrages annexes du réseau d'assainissement de la ville de Béjaia

73		Des frères Belgasmi	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
74		Rue de la Liberté	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON
29	AVI	Fatima	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI
30		Fatima	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON
31		Fatima	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON
67		Boulevard des frères Amrani	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
77		Boulevard Boualem OUCHEN	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	NON	NON
17	SM	Cité Djama	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
32		Cité Djama	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
53		Route de l'Université	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
70		Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
71		BOUDCHICH A Tahar	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
72		BOUDCHICH A Tahar	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	NON
76	BS	Boulevard KrimBelkacem	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Total			51	3	0	20	50	18	0	33	15
Pourcentage (%)			100	5.88	0	39.22	98.04	35.29	0	64.71	29.41

D'après ce tableau on constate que :

- Tous ces ouvrages sont accessibles mais n'ont pas d'échelons,
- Ils ne présentent pas de racines des végétations et ils ne présentent pas de risque de H₂S,
- 35% ont d'obstacles et plus de 39% leurs génie civil est dégradé.
- 29% sont soumis aux mises en charges mais pas aux débordements ;

IV.3 Recommandation et plan de réhabilitation des ouvrages :

En effet, il est possible d'envisager le maintien de l'oued en réseau d'assainissement ou de prévoir la déconnection des eaux usées de l'oued. Dans les deux cas, il faut prévoir la gestion des eaux de temps sec et de temps de pluie et définir la part des eaux destinées au traitement aux stations d'épuration et la part rejetée au milieu récepteur (avec ou sans prétraitement).

Pour cela, il est nécessaire :

- De mettre en place des ouvrages de régulation de type :
 - Déversoir d'orage ;
 - Bassin d'écêtement des points de temps sec ;
 - Bassin de sécurisation et de stockage des effluents de temps sec et de temps de pluie.
- De mettre en place des ouvrages de transfert de type station de pompage ou conduites « gravitaire » sous pression (siphon, conduites forcées).
- De mettre en place des ouvrages de prétraitement de type :
 - Dégrilleur ;
 - Décanteur – débourbeur ;
 - Séparateur d'hydrocarbure.
- Suppression ou recalibrage des trop-plein.

IV.4 Conclusion :

Sans tenir compte des eaux claires parasites de temps sec drainées par le réseau de collecte, il peut en être déduit que :

- Les stations de pompage des stations d'épuration sont en capacité d'absorber les débits horaires moyens de l'aire d'étude mais cela lessivera les stations d'épuration et réduira l'efficacité opératoire
- Les stations de pompage des stations d'épuration n'ont pas la capacité d'absorber les débits de pointe de temps sec sans entraîner des dommages sur l'outil épuratoire dans la mesure où il serait nécessaire d'utiliser la troisième pompe de secours ce qui entraînerait un lessivage de la station d'épuration et un départ probable des boues vers le milieu récepteur
- Dans l'hypothèse où tous les réseaux de collecte seraient bien raccordés aux stations d'épuration et avec une bonne répartition entre les deux, un volume de temps sec d'eaux usées brute serait en situation actuelle automatiquement déversé vers le milieu naturel et cela sans tenir compte des eaux claires parasites drainées par le réseau.

V.1 Introduction :

Les eaux usées du bassin des quatre chemins (ensemble des bassins ; BS, BO, TI et IH) sont rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable, ce qui engendre une pollution du milieu récepteur.

On peut dire que le problème principal est la pente de son terrain qui exige l'implantation d'une nouvelle station de relevage vu que l'ancienne station est en état très dégradé.

Le but de cette étude est d'estimer les débits d'eaux usées et pluviales de cette zone afin d'acheminer une partie de ces eaux vers la station d'épuration existante grâce à un collecteur qui sera dimensionner pour cet effet, à partir de la nouvelle station de pompage jusqu'à la STEP.

V.2 Estimation de la population par bassin de collecte :

Concernant la répartition de la population, deux méthodes ont été suivies. La réalité se situe sûrement dans une situation intermédiaire entre ces deux extrêmes.

V.2.1 Méthode de constructions :

Principe de la méthode :

- Répartition de base par bassin de collecte à partir de la dernière donnée fiable soit le dernier recensement en date de 2008 (RGPH) ventilant la population par district.
- Estimation de l'évolution du nombre de construction entre 2008 et 2015 par comparaison entre les données du recensement 2008 et le recensement 2015 basé sur le fond de plan (FDP) constitué dans le cadre de cette étude.
- Répartition de la nouvelle population globale pour chaque bassin de collecte par pondération avec le taux d'évolution du nombre de construction 2008-2015.

Cette méthode induit l'absence de migration interne de la population déjà habitante de la ville autrement il s'agit de répartir uniquement les nouveaux habitants depuis le dernier recensement détaillé.

* Evolution du nombre de construction entre 2008 et 2015 = $[(\text{Nombre de constructions 2015} - \text{Nombre de constructions 2008}) / \text{Nombre de constructions 2008}] \times 100 \%$.

* Nombre de constructions 2015 = $\text{Nombre de population 2008} + (\text{Evolution du nombre de construction entre 2008 et 2015} \times \text{Nombre de population 2008})$.

Exemple :

Calcul du nombre d'habitant du bassin de collecte Bir Selam (BS) (méthode de constructions) :

- Evolution du nombre de construction entre 2008 et 2015 = $\frac{2\,997 - 2\,428}{2\,428} \times 100 = 23\%$.
- Nombre d'habitant 2015 = Nombre d'habitant 2008 + Nombre estimé d'habitant supplémentaire

Le tableau suivant représente les résultats obtenus pour chaque bassin :

Tableau (V-1) : Estimation du nombre de population pour chaque bassin de collecte :

Bassin	Recensement 2008		FDP 2015	Evolution du nombre de construction entre 2008 et 2015	Nombre estimé d'habitant supplémentaire 2015 / recensement 2008	Nombre d'habitant 2015
	Population totale	Nombre de constructions	Nombre de constructions			
BS	21 503	2 428	2 997	23%	164	21 667
BO	5 668	700	2 882	312%	2 175	7 843
IH	11 314	1 010	2 428	140%	980	12 294
TI	17 214	1 971	2 883	46%	323	17 537
Total	55 699	6 109	11 190	521%	3642	59 341

V.2.2 Méthode taux d'habitant :

Cette seconde méthode est basée sur un taux d'habitant par construction constant (estimé à 6,26 habitants par constructions), cela intègre donc les phénomènes de migration interne puisque la seule variable est l'évolution du nombre de construction depuis le dernier recensement détaillé.

Nombre de population 2015 = nombre de construction 2015 X Taux d'habitant.

Exemple :

- Calcul du nombre d'habitant pour le bassin de collecte Bir Selam (BS) (méthode Taux d'habitant):

Nombre de population (2015) = 2997 X 6.26 = 18575 hab.

Le tableau suivant représente les résultats obtenus pour chaque bassin :

Tableau (V-2) : Estimation du nombre de population pour chaque bassin de collecte (méthode taux habitant) :

Bassin	(FDP 2015)	Nombre de population 2015
	Nombre de constructions	
BS	2 997	18 757
BO	2 882	18 037
IH	2 428	15 196
TI	2 883	18 044
Total	11 190	70 034

V.3 Estimation des débits sanitaires actuels :

Les débits sanitaires rejetés par la population ne sont pas faciles à estimer, c'est pourquoi nous avons tenu compte des fichiers de consommation en eau potable fournis par l'ADE et la répartition de la population par rapport aux constructions existantes.

V.3.1 Coefficient de rejet et de restitution :

Pour estimer les débits sanitaires actuels, il faut tenir compte de deux coefficients : Le coefficient de rejet qui tient compte de la densité de la population et le coefficient de restitution qui tient compte du taux de raccordement au réseau.

➡ Coefficient de rejet :

Tableau (V-3) : Coefficient de rejet selon la densité de population

Densité de la population (hab/Ha)	Coefficient de rejet
D < 20	0,7
20 < D < 60	0,8
60 < D < 150	0,9
D > 150	0,95

➡ Densité de la population = $\frac{\text{Nombre d'habitants}}{\text{Surface totale}}$ (hab/Ha).

➡ Taux de restitution globalisé = Taux de raccordement théorique X Taux de raccordement théorique.

Le tableau suivant représente les résultats obtenus :

Tableau (V-4) : Coefficient de rejet et de restitution par bassin de collecte - Ville de Béjaia

Bassin	Surface totale (m ²)	Densité de la population (hab./Ha)		Coefficient de rejet		Taux de raccordement théorique	Taux de restitution globalisé	
		(méthode construction)	(méthode taux habitant)	(méthode construction)	(méthode taux habitant)		(méthode construction)	(méthode taux habitant)
BS	2 391 124	90,6	78,4	0,9	0,9	1,0	0,90	0,90
BO	22 646 774	3,5	8,0	0,7	0,7	1,0	0,70	0,70
IH	2 460 434	50,0	61,8	0,8	0,9	1,0	0,80	0,90
TI	1 136 764	154,3	158,7	1,0	1,0	1,0	0,95	0,95

V.3.2 Répartition des débits sanitaires théoriques selon les fichiers de l'ADE:

Le tableau suivant indique d'une part la répartition de la consommation d'eau potable par bassin de collecte et par classe d'abonné selon l'adressage du fichier ADE et d'autre part le débit sanitaire théorique déduit de ces consommations et en fonction de la clé de répartition temporelle de ces débits pour chaque classe d'abonné.

L'estimation des débits sanitaires théoriques par la méthode de la consommation d'eau potable est limitée dans sa fiabilité par la capacité d'adressage des abonnés.

Tableau (V-5) : Répartition des débits sanitaires théoriques par classe d'abonné –année 2014-2015 - Ville de Béjaia

Bassin	Débits sanitaires théoriques				
	Ménage – domestique (m ³ /j)	Administration (m ³ /j)	Service (petit commerce, restaurant, ...) (m ³ /j)	Industrie (m ³ /j)	Total (m ³ /j)
BS	411,16	155,16	88,44	2,78	657,54
BO	431,64	17,59	73,15	1 321,04	1843,41
IH	2 063,63	142,69	135,51	17,44	2359,28
TI	822,28	45,24	87,92	1,04	956,48
Total	3728,71	360,68	385,02	1342,30	5 816,71

Source : ADE.

➤ Consommation en Eau Potable :

$$\text{Consommation en Eau Potable} = \frac{\text{Nombre d'habitants} \times \text{Dotation}}{1000 \times 356} \text{ en (m}^3\text{)/an.}$$

Exemple :

- Calcul de la consommation en Eau Potable pour le bassin de collecte BS (méthode constructions) :

$$\text{Consommation en Eau Potable} = \frac{21\,667 \times 153}{1000 \times 356} = 1209993,62 \text{ m}^3\text{/an.}$$

- Calcul de la consommation en Eau Potable pour le bassin de collecte BS (méthode taux habitants) :

$$\text{Consommation en Eau Potable} = \frac{18757 \times 153}{1000 \times 356} = 1\,050\,453 \text{ m}^3\text{/an.}$$

Le tableau suivant représente les résultats obtenus :

Tableau (V-6) : Consommation en eau potable par bassin de collecte- ville de Béjaia.

Bassin	Nombre d'habitants estimé (méthode de construction)	Consommation en eau potable (m ³ /an)	Nombre d'habitants estimé (méthode taux d'habitant)	Consommation en eau potable (m ³ /an)
BS	21 667	1209993,62	18757	1 050 453
BO	7 843	437992,335	18037	1 010 145
IH	12 294	686558,43	15196	851 017
TI	17 537	979353,765	18044	1 010 496
Total	59 341	3313898,15	70 034	3911048,73

V.3.3 Répartition des débits sanitaires:

$$\text{Débits sanitaires théoriques (m}^3\text{/j)} = \frac{\text{Consommation en eau potable} \times \text{Taux de restitution globalisé}}{365} \text{ en (m}^3\text{/J).}$$

Débits sanitaires théoriques retenus = moyenne des deux grands débits entre les trois débits.

Exemple :

- Calcul du débit sanitaire théorique pour le bassin de collecte BS (méthode de constructions) :

$$\text{Débits sanitaires théoriques (m}^3/\text{j)} = \frac{1482237,99 \times 0,9}{365} = 3654,83 \text{ m}^3/\text{j}.$$

- Calcul du débit sanitaire théorique pour le bassin de collecte BS (taux habitants) :

$$\text{Débits sanitaires théoriques (m}^3/\text{j)} = \frac{1047484,67 \times 0,9}{365} = 2582,8 \text{ m}^3/\text{j}.$$

- Débits sanitaires théoriques retenus pour le bassin BS :

$$\text{Débits retenus} = \frac{2992+2582,8}{2} = 2791 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le tableau suivant synthétise les débits sanitaires théoriques estimés selon les trois méthodes possibles par bassin de collecte et toutes classes d'abonnés confondus.

Tableau (V-7) : Débits Sanitaires Théoriques par bassin de collecte en fonction des méthodes utilisées - Année 2014-2015 Ville de Béjaia.

Bassin	Méthode Construction		Méthode Taux habitant		Méthode Consommation Eau Potable	Débits sanitaires théoriques retenus (m ³ /j)
	Consommation en eau potable (m ³ /an)	Débits sanitaires théoriques (m ³ /j)	Consommation en eau potable (m ³ /an)	Débits sanitaires théoriques (m ³ /j)	Débits sanitaires théoriques (m ³ /j)	
BS	1482237,99	2 992	1047484,67	2582,8	657,54	2 791
BO	1303198,92	8 42	1007276,27	1931,8	1 843,41	1 890
IH	1518872,31	1 509	848620,62	2092,5	2 359,28	2 229
TI	1406121,26	2 556	1007667,18	2622,7	956,48	2 593
Total	5710430,48	7 899	3911048,73	9229,8	5 816,71	9 503

V.3.4 Estimation de population théorique :

Une fois le débit sanitaire a été homogénéisé sur l'ensemble du bassin de collecte, l'estimation de la population théorique peut se faire en prenant en considération une dotation réelle de 153 l/j/hab.

$$\text{Population théorique(2015)} = \frac{\text{Débits sanitaires théoriques retenus} \times 1000}{153 \times \text{Coefficient de restitution globalisé}}$$

Exemple :

Le calcul du nombre de population pour le bassin de collecte BS est comme suit :

$$\text{Population théorique(2015)} = \frac{2\,791 \times 1000}{153 \times 0,9} = 20\,269 \text{ hab.}$$

Le tableau suivant résume les résultats de calcul :

Tableau (V-8) : Estimation de population théorique actuelle.

Bassin	Débit sanitaire moyen annuel (m ³ /j)	Coefficient de restitution globalisé	Population théorique (2015)
BS	2 791	0,90	20 269
BO	1 890	0,70	14 533
IH	2 229	0,9	17 659
TI	2 593	0,95	21 185
Total	9 503	0,85	73 646

V.3.5 Coefficients et débits de pointe horaire :

Le tableau suivant indique les débits horaires moyens et de pointe ainsi que les coefficients de pointe par bassins de collecte, sur la base des débits sanitaires retenus.

$$\text{Coefficient de pointe horaire} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{\text{débit sanitaire moyen annuel}}}$$

Exemple :

➤ Calcul de coefficient et débits de pointe pour le bassin de collecte BS :

- Débit horaire moyen = $2\,791 \times 1000 / 86400 = 32,30 \text{ l/s}$
- Coefficient de pointe horaire = $1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{32,30}} = 1,91$
- Débit horaire de pointe = $32,30 \times 1,91 = 61,70 \text{ l/s}$

Tableau (V-9) : Débits horaires et coefficients de pointe par bassins de collecte - Année 2014 et 2015 - Ville de Béjaia.

Bassin	Débit sanitaire moyen annuel (m3/j)	Débit horaire moyen (l/s)	Coefficient de pointe horaire	Débit horaire de pointe (l/s)
BS	2 791	32.30	1,91	61,70
BO	1 890	21.88	2,00	43,75
IH	2 229	25.80	1,96	50,57
TI	2 593	30.01	1,93	57,92
Total	9 503	109.99	1,72	213,94

V.4 Évaluation des débits sanitaires futurs

Les débits sanitaires futurs se calculent en tenant compte de l'évolution de la population future ainsi que de la dotation de consommation en eau potable :

$$Q_{eu} = N * q * Tr \dots\dots\dots (V-2)$$

Avec :

Q_{eu} : débits sanitaires (m3/j)

q : Dotation de consommation =153 l/j/hab. (tous usages confondus et imposés par les autorités locales : ONA et DRE de Bejaia).

Tr : Taux de restitution globalisé.

N : Nombre de population future.

Chaque étude se fait à long terme de 20 à 30 ans pour prévoir toute extension imprévisible de la région et pour satisfaire les besoins. Dans ce cas on va étudier l'évolution de la population à l'horizon 2035, qui est donnée par la relation suivante :

$$P_t = P_0 (1 + T)^n \dots\dots\dots (V-3)$$

Avec :

P_t : Nombre d'habitants à l'horizon futur ;

P_0 : Nombre d'habitants à l'horizon actuel ;

T : Taux d'accroissement future évaluée avec une valeur de 1,15% (proposé par les autorités locales : DPSB, SDAEP et PATW de Béjaia) ;

n : l'écart d'années entre les deux horizons (2015-2035) ; **n** =20 ans.

Exemple :

➤ Calcul des débits futur du Bassin de collecte BS :

- Population théorique future = $20\,269 \times (1+0.15)^{20} = 25\,477$ hab.
- Débit sanitaire moyen annuel = $\frac{25\,477 \times 153 \times 0,9}{1000} = 3\,508 \text{ m}^3/\text{j} = 40,60 \text{ l/s}$.
- Débit sanitaire de pointe annuel = $40,60 + 0.115(40,60) = 1,115 \times 40,60 = 46,69 \text{ l/s}$.
- Coefficient de pointe horaire = $1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{46,69}} = 1,87$;
- Débit de pointe horaire = $1,87 \times 46,69 = 87,13 \text{ l/s}$.

Le tableau ci-dessous, représente les résultats obtenus :

Tableau (V-10) : Estimation des débits de pointe futurs.

Bassin	Population théorique actuelle (2015)	Population théorique future (2035)	Coefficient de restitution globalisé	Débit sanitaire moyen annuel futur (m ³ /j)	Débit horaire moyen futur (l/s)	débit sanitaire de pointe annuel futur (l/s)	Coefficient de pointe horaire	Débit de pointe horaire futur (l/s)
BS	20 269	25 477	0,90	3 508	40,60	46,69	1,87	87,13
BO	14 533	18 267	0,70	1 956	22,64	26,04	1,99	51,82
IH	17 659	22 196	0,85	2 887	33,41	38,42	1,90	73,13
TI	21 185	26 628	0,95	3 870	44,80	51,52	1,85	95,22
Total	73 646	92 569	0,85	12 039	139,34	160,24	1,70	272,00

V.4.1 Évaluation des débits rejetés en temps sec :

Les débits rejetés arrivant à la station de pompage, en temps sec, sont constitués des débits d'eaux usées sanitaires ainsi que des débits d'eaux claires parasites.

Les débits d'eaux claires parasites (Q_{ecp}) sont estimés, actuellement, à 50% de la consommation en eau potable de la population. Ce taux de fuite est élevé à cause de la dégradation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Béjaïa (Source ADE). Pour l'horizon futur, ce taux

peut se réduire jusqu'à 30 à 35%, selon l'avancement des différents projets de réhabilitations du réseau d'AEP.

Le débit de pointe de temps sec à retenir pour le dimensionnement des ouvrages est la somme des débits de pointe des eaux usées domestiques, des débits de pointe des eaux usées et des débits d'eaux claires parasites :

$$Q_{p.ts} = Q_{p.eu} + Q_{ecp} = Q_{eu} + 0.35Q_{eu}.$$

Avec :

$Q_{p.ts}$: Débit de temps sec (l/s) ;

$Q_{p.eu}$: débit d'eaux usées (l/s) ;

Q_{ecp} : Débit d'eaux claires parasites (l/s) .

➤ *Le cas actuel :*

$$Q_{ecp} = 109,99 \times 0,5 = \mathbf{54,99} \text{ l/s.}$$

$$Q_{p.ts} = \mathbf{109,99} + \mathbf{54,99} = \mathbf{164,99} \text{ l/s.}$$

$$Q_{p.p} = \mathbf{126.4885} * \mathbf{1.15} = 189.73275$$

➤ *Le cas futur :*

$$Q_{ecp} = 139,34 \times 0,35 = \mathbf{48,27} \text{ l/s.}$$

$$Q_{p.ts} = 139,34 + 48,77 = \mathbf{188,11} \text{ l/s}$$

$$Q_{p.p} = 160,241 * 1.15 = \mathbf{216.331} \text{ l/s}$$

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau (V-11) : déterminations des débits de calculs

Débits	2015 (50%)	2035 (35%)
Débit horaire moyen (l/s)	109,99	139,34
débit sanitaire de pointe (l/s) (+ 15% de pointe saisonnière)	189.73275	216.32535
Débit d'ECPP (l/s)	54,99	48,77
Débit de temps sec (l/s)	164,99	188,11

V.5 Evaluation des débits d'eaux pluviales (temps de pluie) :

V.5.1 Formule rationnelle :

C'est la formule la plus élémentaire de calcul d'un débit produit par un BV. Elle permet de calculer un débit produit sur une surface pour une durée de pluie et une période de retour donnée; le débit calculé est un débit de pointe instantané :

$$Q_{ep}(T_{re},d) = 2,78.Cr*i(T_{re},d)*A.....(V-4)$$

Avec :

T_{re} : période de retour;

d : durée sur laquelle est fait le calcul (min);

Cr : coefficient de ruissellement du BV (sans dimension);

$i(T,d)$: intensité de la pluie (mm/h);

A : superficie du BV (ha);

Q_{ep} : débit produit (l/s).

V.5.2 Calcul de Cr du bassin versant :

$$\text{Le coefficient de ruissellement} = \frac{\text{Surface imperméabilisée (ha)}}{\text{Surface totale du bassin (ha)}} .$$

La surface imperméabilisée : est obtenue à partir d'une requête spatiale avec le logiciel Qgis qui permet de calculer la surface des constructions et celle des voiries.

Exemple :

➡ Calcul du coefficient de ruissellement pour le bassin BS est comme suit :

$$Cr = \frac{148,08}{239} = 61,96 \%$$

➡ Le coefficient de ruissellement total :

$$Cr = \frac{\sum (A_i.Cr_i)}{\sum (A_i)}(V-5)$$

$$Cr = \frac{25.75*2264.67+45.68*246.043+64.60*113.67+61.96*239.112}{2864} = 32\%.$$

Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Tableau (V-12) : Répartition des coefficients de ruissellement par bassin.

Bassin	Surface A (ha)	Surface imperméabilisée (ha)	Coefficient de ruissellement Cr (%)
BS	239	148,08	61.96%
BO	2265	579,16	25.57%
IH	246	112,37	45.68%
TI	114	73,64	64.60%
Total	2864	913,29	32%

V.5.3 Calcul de l'intensité de la pluie :

Le calcul de l'intensité de pluie est fait pour une période de retour de **1 mois** qui correspond aux débuts des averses qui sont les plus chargées en polluants (lessivage des particules et gaz solubles présents dans l'air) et qui nécessitent un traitement avant leur rejet dans le milieu récepteur.

On a:

$$I = a \cdot t_c^{-b} \dots \dots \dots (V-6)$$

Avec:

I = intensité de pluie en (mm/h);

Tc : temps de concentration en (min) ;

a et **b** : coefficients de Montana correspondant au période de retour choisie.

V.5.4 Temps de concentration :

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné en durée de l'écoulement, pour atteindre le collecteur qui doit évacuer l'apport de l'aire considérée.

Le tableau suivant représente la longueur et la pente du chaque bassin obtenues par le logiciel Qgis :

Tableau (V-13) : Longueur et pente de chaque bassin de collecte.

Bassin	Longueur Bv (m)	Pente du bassin (m/m)
BS	6830	0.0593
BO	3275	0.0274
IH	1045	0.0364
TI	2689	0.0037
Total	13839	0.0392

La pente moyenne de l'ensemble du bassin est calculée comme suit :

$$I = \frac{\sum (L_i \cdot I_i)}{\sum (L_i)}$$

$$I = \frac{6830 \cdot 0,0593 + 3275 \cdot 0,0274 + 1045 \cdot 0,0364 + 2689 \cdot 0,0037}{13839} = 0.0392 \text{ m/m}$$

Le calcul du temps de concentration est fait par différentes méthodes afin d'avoir un temps plus précis.

Exemple :

➔ Calcul de temps de concentration pour l'ensemble du bassin par le modèle de Kirpiche 1 :

$$T_c = 0,02 \times 11668,38^{0,77} / 0.0392^{0,385} = 94,95 \text{ min.}$$

Le tableau suivant représente les résultats obtenus avec chaque méthode :

Tableau (V-14) : Calcul du temps de concentration moyen pondéré.

Modèle	Formule	Tc (min)
Ventura	$T_c = 0.763 \cdot (A/I)^{0.5}$	215,20
Kirpich 1	$T_c = 0.02 \cdot L^{0.77} / I^{0.385}$	94,95
Kirpich 2	$T_c = 3.08 \cdot 10^{-5} \cdot L / I^{0.5}$	113,66
Kirpich 3	$T_c = 25 \cdot 10^{-5} \cdot (L/I^{0.5})^{0.8}$	101,67
Johnstone et Cross	$T_c = 0.000566 \cdot (L/I)^{0.5}$	19,34
Tc_{moy} pondéré		103,43

Avec :

Tc : temps de concentration en (min) ;

A : surface totale = 2864 Ha

L : longueur du chemin hydraulique le plus long tracé et calculé par logiciel Qgis représenté dans la carte ci-après = 11668.3779 m

I : pente moyenne du bassin versant (m/m) ;

Tc = 103.43 min, donc on prend les coefficients de Montana pour une durée de 1h-2h qui correspond à ce temps de concentration.

Soit :

$$a=1,51 \text{ et } b= 0,565$$

$$i = 1.51*(1.3.43)^{-565} = \mathbf{0.11} \text{ mm/min.}$$

L'intensité de la pluie **i = 0.11** mm/min.

Donc le débit d'eaux pluviales est :

$$Q_{ep} = 2,78*32*(0,11)*2864= 279,81 \text{ l/s}$$

Le débit de pointe en temps de pluie pour une période de retour 1 mois et une durée de 1h-2h est :

$Q_{ep} = 279,81 \text{ l/s}$

V.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons évolué les débits d'écoulement des eaux usées et d'eaux pluviales

Les résultats obtenus dans cette partie du travail sont :

- Nombre de population actuelle : **73 646 hab** ;
- Nombre de population future : **92 569 hab** ;
- Débit horaire de pointe: **216 l/s**
- Débits de pointe de temps sec : **188,10 l/s** ;
- Débit d'eaux pluviales : **278.78 l/s.**

VI.1 Introduction :

En se basant sur les données existantes, et les débits estimés dans le chapitre précédent cette partie du travail consiste à faire le redimensionnement de la station de relevage des quatre chemins et la protection de l'installation par une série d'ouvrages.

VI.2 Chemin hydraulique de principe :

Le schéma suivant représente le chemin hydraulique de principe suivi :

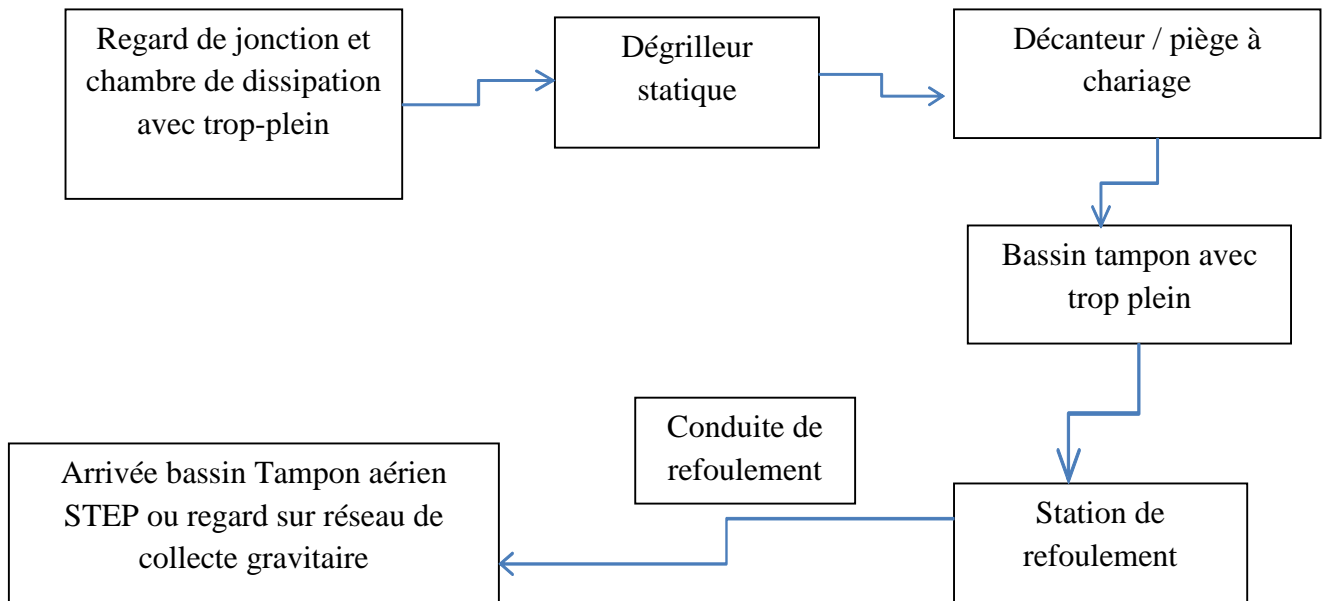


Figure (VI-1) : Schéma du chemin suivi.

VI.3 Dimensionnement de la conduite de refoulement :

Généralement le dimensionnement de la conduite de refoulement en eau est basé sur deux aspects qui sont liés entre eux, le premier aspect est un aspect technique et le deuxième est un aspect économique. Dans les cas des eaux d'assainissement, on doit tenir compte du temps de séjour des eaux dans la conduite de refoulement.

A partir d'un temps de séjour supérieur à 2 heures dans la canalisation, l'effluent est considéré septique pour permettre la formation des sulfures (H₂S).

$$T_s = \frac{V}{Q} > 2h$$

Avec :

T_s : Temps de séjour (h)

V : Volume en eau dans la canalisation (m³/s)

Q : Débit pompé (m³/h)


VI.3.1 Données disponibles :

1 er cas : Chemin A

La station de relevage projetée des 4 chemins sera implantée du côté de l'oued Seghir et va refouler vers la station d'épuration Sidi Ali Lebhar (Proposition du groupement SCE), les données nécessaires pour le dimensionnement de la conduite de refoulement seront extraites de la couche de la carte topographiques exploitée sur le SIG QGis:

- La longueur totale de refoulement : 3064 ml
- La hauteur géométrique : 10,0 m.
- Le débit pompé : Q_p = 190 l/s – pour une pompe.

VI.3.2 Dimensionnement de la conduite de refoulement :

 Calcul du diamètre :

Le diamètre de la conduite de refoulement doit garantir une vitesse d'écoulement comprise entre 0,5 et 2 m/s.

En première approximation, on détermine alors le diamètre économique d'après les formules ci-dessous :

Le diamètre approximatif est calculé par les deux formules :

- BONNIN : $D = \sqrt{Q}$ et - BRESSE $D = 1,5\sqrt{Q}$

Où D : est le diamètre de la conduite de refoulement en (m)

Q : est le débit véhiculé : $Q_p=0.380\text{m}^3/\text{s}$.

L'utilisation simultanée de ces deux formules fournit l'intervalle des diamètres optimaux suivant [700, 600, 500, 400].

Le diamètre à choisir doit vérifier la condition des vitesses pour le débit d'une pompe ($1/2 Q_p$) puis celui de deux pompes (Q_p).

✚ Calcul de la vitesse (V) :

$$V = \frac{Q}{s} = \frac{Q}{(\pi * D^2) / 4} \quad \text{en (m/s)}$$

✚ Calcul du volume :

$$V_v = S * L = \frac{(\pi * D^2)}{4} * L \quad \text{en (m}^3\text{)}$$

✚ Calcul du temps de séjour (T_s):

$$T_s = \frac{V_v}{Q} \quad \text{en (Heure)}$$

Exemple pour le diamètre 700 (mm):

1- Débit pompé par une pompe ($Q_p=190 \text{ l/s}$) :

✚ Calcul de vitesse :

$$V = \frac{(190/1000)}{\left(\frac{3.14 * (700/1000)^2}{4}\right)} = 0.49 \text{ m/s.}$$

✚ Calcul de volume :

$$V_v = \left(\frac{3.14 * (700/1000)^2}{4}\right) * 3064 = 1178.5676 \text{ m}^3.$$

✚ Calcul du temps de séjour :

$$T_s = \frac{1178.5676}{\left(\frac{190}{1000}\right) * 3600} = 1.72305 \text{ Heure.}$$

2- Débit pompé par deux pompes ($Q_p=380$ l/s) :

✚ Calcul de vitesse :

$$V = \frac{(380/1000)}{\left(\frac{3.14 \cdot (700/1000)^2}{4}\right)} = 0,99 \text{ m/s}$$

✚ Calcul de volume :

$$V_v = 1178.5676 \cdot 2 = 2357,14 \text{ m}^3.$$

✚ Calcul du temps de séjour :

$$T_s = \frac{1178.5676}{\left(\frac{380}{1000}\right) \cdot 3600} = 1,72 \text{ heure} = 1\text{h}43\text{min}$$

Le tableau suivant résume les résultats de calcul :

Tableau (VI-1) : Détermination du diamètre de refoulement (chemin A)

Diamètres (mm)	Pour Q = 190 l/s (Q_p)			Pour Q = 380 l/s ($2 \cdot Q_p$)		
	Vitesse (m/s)	Volume (m^3)	Ts (heure)	Vitesse (m/s)	Volume (m^3)	Ts (heure)
700	0,49	1178,57	1,72	0,99	2357,14	1,72
600	0,67	865,89	1,27	1,34	1731,77	1,27
500	0,97	601,31	0,879	1,94	1202,62	0,88
400	1,51	384,84	0,56	3,03	769,68	0,56

Il ressort de ce tableau que le diamètre **500 mm** est le plus adéquat pour les deux situations.

2^{ème} cas : Chemin B :

La station de relevage projetée des 4 chemins sera implantée du côté de l'oued Seghir et vas refouler vers la station d'épuration Centre Ville :

Les données nécessaires pour le dimensionnement de la conduite de refoulement seront extraites de la couche de la carte topographique exploitée sur le SIG QGIS:

- La longueur totale de refoulement : 1634 ml ;
- La hauteur géométrique : 10,0 m ;
- Le débit pompé : $Q_p = 190$ l/s – pour une pompe.

Tableau (VI-2) : Détermination du diamètre de refoulement (chemin B).

Diamètres (mm)	Pour Q = 190 l/s (Qp)			Pour Q = 380 l/s (2*Qp)		
	Vitesse (m/s)	Volume (m ³)	Ts (heure)	Vitesse (m/s)	Volume (m ³)	Ts (heure)
700	0,49	628,5181	0,92	0,99	1257,04	0,92
600	0,67	461,7684	0,68	1,34	923,54	0,68
500	0,97	320,6725	0,47	1,94	641,35	0,47
400	1,51	205,2304	0,30	3,03	410,46	0,30

Il ressort de ce tableau que le diamètre **500 mm** est le plus adéquat pour les deux situations.

VI.4 Station de relevage :

VI.4.1 Choix des pompes :

Les groupes électropompes utilisés actuellement en assainissement sont de trois types :

- Les groupes électropompes d'assainissement type submersibles, ceux-ci pouvant, suivant leur conception, être effectivement immergés dans la bêche d'aspiration ou disposés dans une fosse sèche accolée à cette bêche, cette dernière disposition n'étant pratiquement plus mise en œuvre dans les nouveaux projets.
- Les groupes à vis d'Archimède, essentiellement pour les faibles hauteurs et les forts débits, et en extrémité de réseau pour un relèvement vers une station d'épuration des eaux usées ou pour un rejet final dans le milieu récepteur (cas fréquents des eaux pluviales).
- Les groupes électropompes classiques en fosse sèche, du type de ceux utilisés pour les eaux traitées ou les eaux brutes, spécialement les débits très importants.

Pour le cas de notre étude, et vu les caractéristiques de la conduite de refoulement, nous avons opté pour un groupe de 2 électropompes en fosse sèche avec une pompe de secours.

VI.4.2 Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) :

$$H_{mt} = H_g + \Sigma J \dots \dots \dots (VI-1)$$

Où : H_g : Hauteur géométrique

ΣJ : Pertes de charge totales qui se répartissent en linéaires et secondaires.

A. Les pertes de charge linéaires

Les pertes de charge linéaires seront calculées par la formule de Darcy-Weisbach :

$$\sum h_p = \frac{8 \times L_{ref} \times \lambda \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5} \dots\dots\dots(VI-2)$$

Le coefficient des pertes de charge λ est évalué par la formule de COLEBROOK :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log_{10} \left[\frac{K}{3,71\phi} + \frac{2,51}{R_e \sqrt{\lambda_0}} \right] \dots\dots\dots(VI-3)$$

Avec :

K : Coefficient de rugosité, qui dépend de la nature des parois internes de la conduite.

ϕ : Diamètre intérieur de la conduite ;

Re : Nombre de REYNOLDS

B. Les pertes de charge singulières :

Ces dernières appelées aussi locales, sont dues aux coudes, aux changements des diamètres et à chaque emplacement d'une pièce spéciale. Ces pertes de charge représentent en général 10% à 15% des pertes de charge linéaires.

Les caractéristiques des pompes sont :

Tableau (VI-3) : Caractéristiques des pompes

Caractéristiques	Pompe 1	Pompe 2
Q (l/s)	190	380
HMT (m)	16,88	37,52

VI.4.3 Volume utile de la bêche :

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

$$V = \left[\frac{3,6 \times Q_p}{4 \times n \times N} \right] \dots\dots\dots(VI-8)$$

Avec :

V : volume de la bêche en (m³) ;

n = nombre maximal de démarrages par heures ;

N = nombre de pompes identiques.

- **Volume utile de la bête (par temps sec) :**

Dans ce cas nous avons :

Le débit refoulé : $Q = 0,380 \text{ m}^3/\text{s}$

N = nombre de pompes identiques = 1 (2 en parallèles)

Le volume correspondant est : $V = \left[\frac{3.6 \times Qp}{4 \times n \times N} \right] = 76,95 \text{ m}^3$,

$$V = 76,95 \text{ m}^3$$

VI.5 Bassin d'orage :

Lors d'un événement pluvial la station d'épuration (ou réseau aval) n'est pas en mesure d'accepter l'ensemble de l'effluent. C'est pour cela que le premier flux qui arrive, dont la charge polluante est très élevée, est stocké dans le bassin d'orage.

(Par temps sec, le bassin d'orage reste vide)

La figure suivante présente le principe de fonctionnement du bassin d'orage

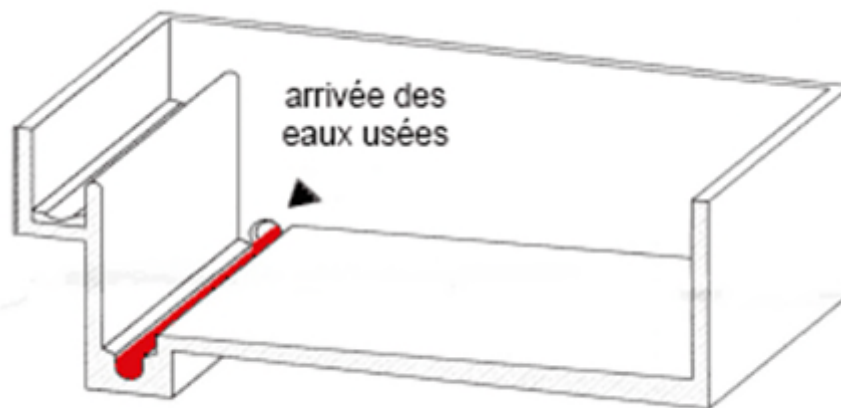


Figure (VI-2) : Principe de fonctionnement du bassin de rétention.

VI.5.1 Méthode des volumes :

Pour le calcul du volume du bassin de rétention, nous avons utilisé la méthode des volumes.

Cette méthode repose sur les hypothèses suivantes :

- Le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est supposé constant ;
- Qu'il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, c'est à dire que les phénomènes d'amortissement dus au ruissellement sur le bassin sont négligés

Une des façons les plus courantes pour dépouiller les données consiste à tracer sur un même graphe l'évolution en fonction du temps de la hauteur d'eau précipitée cumulée et celle de la hauteur d'eau vidangée cumulée.

Le volume maximum à stocker pour un événement pluvieux donné est alors égal à la différence entre les deux courbes.

L'application de cette méthode peut se faire, d'une manière simple en utilisant un tableur Excel dans lequel on peut présenter un bilan entre les volumes entrant et sortant de la retenue, sur un pas de temps donné.

- Les volumes entrant (V_e) représentent le cumul des volumes d'eau usée collectés ainsi que des volumes de pluies précipitées dans l'ensemble du BV étudié.

$$\text{Volume entrant} = V_{eu} (\text{temps sec}) + V_p (\text{temps pluie})$$

- Les volumes sortant sont les cumuls des volumes en eau refoulés de la station de pompage.

$$\text{Volume sortant} = V_r (\text{pompé})$$

- Le volume de stockage représente le maximum des différences entre les entrées et sorties

$$V = \max (V_{entrant} - \text{Volumen sortant})$$

VI.5.1.1 Détermination des volumes entrant :

A. Volume d'eau usée (temps sec)

Le débit temps est déjà calculé dans le chapitre précédent

$$Q_{eu.ts} = 186.1848631/s.$$

Le volume correspondant au pas de temps de $T = 20$ minutes sera calculé comme suit :

$$\text{Volume} = Q_{eu.ts} \times T = 223 \text{ m}^3$$

B. Volume d'eau de pluie :

Le volume de pluie précipitée sur une surface donnée peut se calculer en considérant la hauteur de précipitation :

$$\text{Volume de pluie} = S_a \times h$$

Avec :

S_a : surface active en (Ha).

S_a = Coefficient de ruissellement*surface totale.

h: hauteur de précipitation en (mm) ; déduite des intensités des pluies.

Le tableau et le graphique suivant présente la variation des intensités prises en considération dans les calculs :

Tableau (VI-4) : variation de l'intensité de pluie

t (min)	i (mm/h)	h (mm)
20	4.11	1.37
20	18.23	6.08
20	4.11	1.37

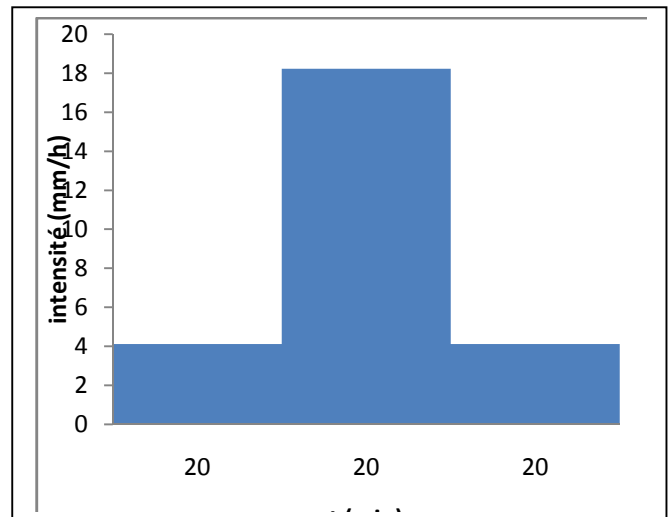


Figure (VI-3) : variation de l'intensité de pluie de 1h.

Pour le cas des quatre sous bassins de collecte concernés par l'évaluation des volumes entrants au bassin d'orage projeté, nous avons les caractéristiques suivantes :

Tableau (VI-5) : caractéristiques des bassins de collecte.

Bassin	Coefficient de ruissellement Cr (%)	Surface A (ha)	Surface active Sa (ha)	TC (min)
BO	10	2265	226.5	67
IH	20	246	49.2	75
TI	26	114	29.64	51
BS	26	239	62.14	186
Total	13	2864	367.48	103

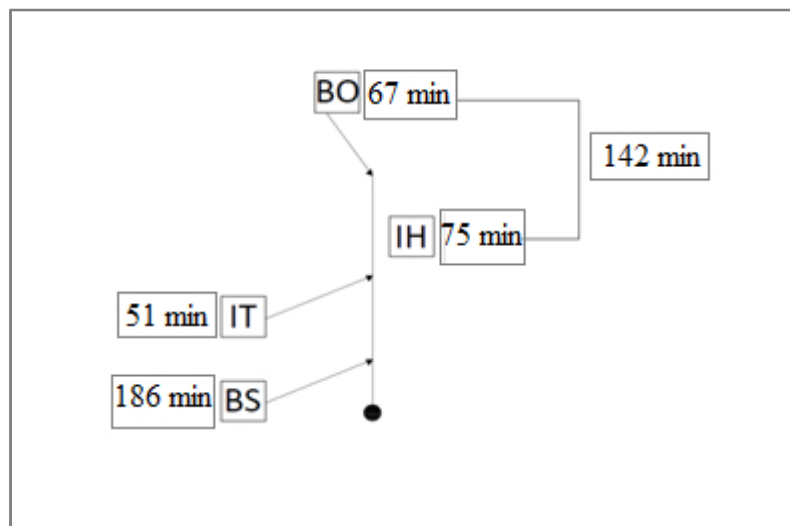


Figure (VI-4) : variation de l'intensité de pluie de 1h.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Tableau (VI-6) : caractéristiques des bassins de collecte.

temps	Volume Temps sec (m3)	Volume EP (m3)	Volume entrant (m3)	Volume refoulé (m3)	Stockage (m3)
20	223	0	223	228	0
40	447	0	447	456	0
60	670	406	1 076	912	164
80	894	2 475	3 369	1 368	2 165
100	1 117	3 396	4 513	1 824	4 854
120	1 341	1 080	2 421	2 280	4 995
140	1 564	3 103	4 667	2 736	6 926
160	1 787	13 764	15 551	3 192	19 285
180	2 011	3 954	5 965	3 648	21 602
200	2 234	3 776	6 010	4 104	23 508
220	2 458	851	3 309	4 560	22 257
240	2 681	0	2 681	5 016	19 922
260	2 904	0	2 904	5 472	17 355
280	3 128	0	3 128	5 928	14 555
300	3 351	0	3 351	6 384	11 522
320	3 575	0	3 575	6 840	8 257
340	3 798	0	3 798	7 296	4 759
360	4 022	0	4 022	7 752	1 028
380	4 245	0	4 245	8 208	0
400	4 468	0	4 468	8 664	0
420	4 692	0	4 692	9 120	0
440	4 915	0	4 915	9 576	0
460	5 139	0	5 139	10 032	0

480	5 362	0	5 362	10 488	0
500	5 586	0	5 586	10 944	0
520	5 809	0	5 809	11 400	0
540	6 032	0	6 032	11 856	0
560	6 256	0	6 256	12 312	0
580	6 479	0	6 479	12 768	0

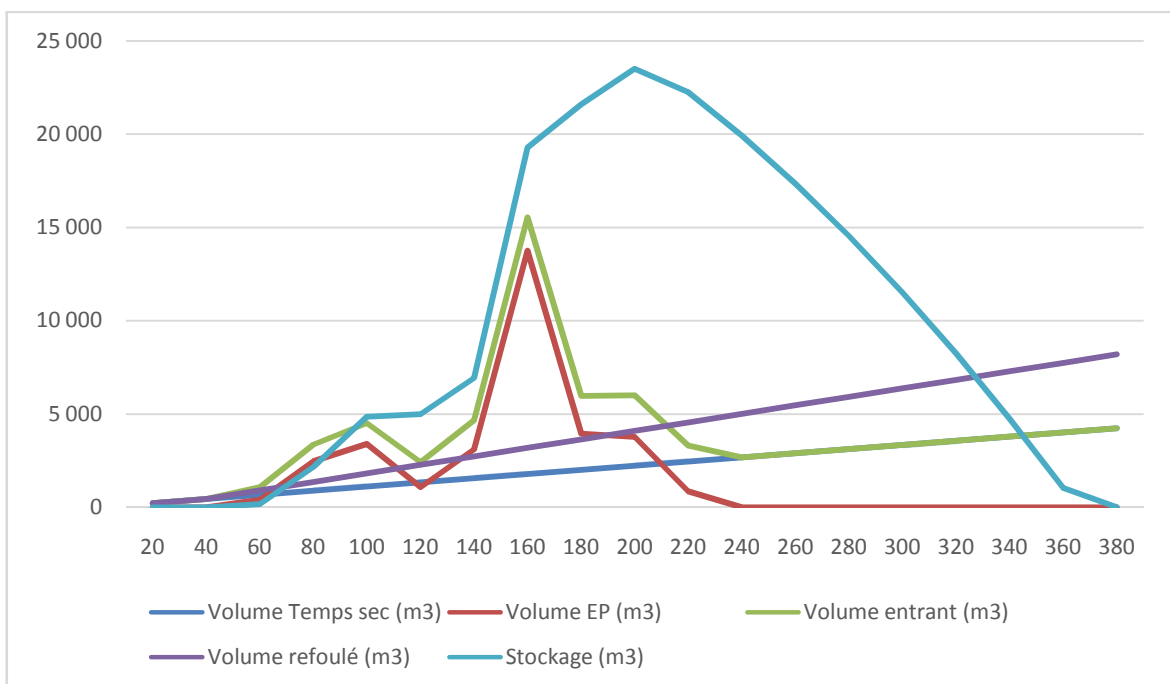


Figure (VI-5) : variation des différents débits en fonction du temps

Le volume de stockage du bassin d'orage sera donc: **23 508m³**.

VI.6 Décanteur :

Il a été retenu le principe d'un décanteur statique longitudinal à flux horizontale en raison sa robustesse, sa simplicité de conception et d'entretien. L'objectif est de récupérer les sables d'environ 0.1 à 0.2 mm.

La caractéristique principale d'un décanteur est sa surface obtenue par la formule :

$$\text{Surface} = \text{Débit} / \text{Vitesse de chute de la particule à neutraliser}$$

Avec :

$$\text{Débit} = \text{débit de temps sec} + \text{débit de temps de pluie} = 216 + 279 = 495 \text{ l/s} = 0,495 \dots \text{ m}^3/\text{s}$$

La vitesse de chute de la particule est basé sur la loi de Stokes :

$$V_p = \frac{1}{18} \times g \times \frac{(\rho_p - \rho_l)}{\mu_L} \times D^2$$

Où :

- V_p : vitesse de chute de la particule en (m/s) ;
- g : Accélération de la pesanteur en (m/s²) ;
- ρ_p : masse volumique de la particule en (kg/m³) ;
- ρ_L : masse volumique du liquide en (kg/m³) ;

Le tableau suivant présente le résultat obtenu :

Tableau (VI-7) : calcul de la vitesse de chute.

Diamètre	Masse volumique des solides	Masse volumique de l'eau	Accélération de la pesanteur	Viscosité dynamique de l'eau " μ à 10°C"	Vitesse de chute	
					m/s	m/h
μm	kg/m ³	kg/m ³	m/s ²	kg/m.s	m/s	m/h
1000	2330	1000	9.81	0.001308	0,6	1995

Donc :

$$\text{La surface} = 0,493/0,6 = \boxed{0,82 \text{ m}^2}$$

La détermination de la largeur et de la longueur est obtenue en tenant compte les deux rapports :

- ❖ La surface = Longueur X Largeur.
- ❖ Longueur = 6 X Largeur

$$\text{Surface} = (6 \times \text{largeur}) \times \text{largeur} ;$$

$$\text{Surface} = 6 \times \text{largeur}^2 ;$$

$$\text{Largeur} = \sqrt{\text{surface}/6} = \sqrt{0,82/6} = \boxed{0,37 \text{ m}}$$

Donc :

$$\text{Longueur} = 6 \times 0,37 = \boxed{2,22 \text{ m}}$$

L'efficacité d'un décanteur longitudinal ne dépend pas théoriquement de la profondeur cependant les matières décantées doivent pouvoir se stocker sans perturber le flux hydraulique, il est posé que sa profondeur est de 2 m.

Le temps de séjour est déduit de la formule suivante :

$$\diamond \text{ Temps de séjour} = (\text{Profondeur} \times \text{Surface}) / \text{Débit}$$

Le temps de séjour doit être compris entre 01 et 03 heures afin d'éviter les fermentations par temps sec.

$$\text{Temps de séjour} = (0,82 \times 2) / 0,493 \times 60 = 200 \text{ min}$$

Le décanteur est équipé d'une fosse pour récupérer les matières. Son radier aura une inclinaison de 1% afin de faciliter son nettoyage lors des opérations de curage.

La trappe d'accès du grappin sera centrée ainsi que ses banquettes au niveau du radier. Cette trappe aura une dimension minimale de 1.2 X 1.2 m

Sa vidange s'effectuera par camion hydro-cureur et par grappin.

Le plafond du décanteur sera composé de plaques amovibles afin de faciliter son entretien.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

Tableau (VI-8) : les caractéristiques du décanteur.

Paramètres	Donnée et résultats
Diamètre particule (mm)	1
Vitesse de chute (m/s)	0,5-0,6
Débit à traiter (m ³ /s)	0,495
Surface au sol (m ²)	0,82
Largeur décanteur (m)	0,37
Longueur décanteur (m)	2,22
Profondeur décanteur (m)	2
Temps de séjours (min)	200

VI.7 Dégrilleur :

Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement ; il convient de placer un dégrilleur. Cet équipement sera généralement intégré au décanteur statique.

Son objectif est essentiellement de retenir les flottants de type bois, bouteille plastique, sac plastique, etc.

- Surface totale noyée à travers les barreaux (m^2):

$$S = H * L - \frac{L}{E_b * E_p} * E_p * H$$

- Vitesse de pointe (m/s) :

$$(V) = (Q_p) / (N * L)$$

- Vitesse moyenne (m/s):

$$V_{moy} = Q_{moy} / (N * S)$$

Perte de charge à la vitesse maximum :

$$\Delta H = 1/0,6 * \frac{(V_p * 2)^2 - \left(\frac{S}{H * L} * V_p\right)^2}{2 * g}$$

Où

g : vitesse de la pesanteur (9.81 s/m^2)

Les résultats de dimensionnement sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau (VI-9) : Données d'entrée du dimensionnement du dégrilleur.

Paramètres	Donnée et résultats
Espacement entre les barreaux (Eb) en (mm)	35
Épaisseur des barreaux (Ep) en (mm)	10
Vitesse minimum à travers les barreaux (Vmin) en (m/s)	0,40
Vitesse maximum à travers les barreaux (Vmax) en (m/s)	0,80
Hauteur maximum de l'eau (H) en (m)	1,50
Largeur du tamis (L) en (m)	2,36
Surface totale noyée à travers les barreaux (S) en (m ²)	0,69
Débit horaire de pointe (Qp) en (m ³ /s)	0,5
Débit moyen horaire (Qmoy) en (m ³ /s)	0,1
Nombre de tamis (N)	1
Vitesse de pointe (V) en m/s	0,71
Vitesse moyenne (Vmoy) en m/s	0,20
Perte de charge à la vitesse maximum et à 50% obturé ΔH en (m)	0,15
Perte de charge maximum retenue en (m ²)	0,69

VI.8 Conclusion :

Les principaux résultats obtenus dans cette partie de travail sont :

- La station projetée sera en mode de refoulement.
- Elle sera implantée du côté de l'oued Seghir, afin de pouvoir déverser le surplus des pluies par les trop plein dans l'oued.
- Elle sera raccordée à la STEP Sidi Ali labhar avec une conduite de diamètre de 500 mm, et une longueur de 3064 ml. Ou à la STEP Centre-Ville avec une conduite de diamètre de 500mm, et une longueur de 1634 ml.
- Elle sera équipée de 3 pompes ; deux (qui fonctionnent en parallèle et une de secours).
- Le débit refoulé : $Q = 0,380 \text{ m}^3/\text{s}$
- Volume de la bâche : $V = 76,95 \text{ m}^3$.
- Le volume de stockage du bassin d'orage est de $23\,508 \text{ m}^3$.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail réalisé dans le cadre d'un stage de projet de fin de cycle a permis d'identifier les spécificités du système d'assainissement de la ville de Béjaia.. Il est ainsi possible de définir, dans ce contexte, les éléments marquants suivants :

- Le système d'assainissement a été adapté à l'urbanisation avec une volonté de gérer au maximum en gravitaire et sans poste de refoulement. Ce choix technique, a transformé le système d'assainissement centré autour de deux stations d'épuration en un système éclaté en nombreux sous-bassins de collecte avec rejet direct.
- Le réseau d'assainissement draine des volumes importants d'eaux claires parasites originaires des nappes, des pertes du réseau d'eau potable, météoriques.
- Un niveau important d'encombrement des réseaux favorisant la génération de gaz H₂S et créant des dysfonctionnements répétés, ce qui engendre des inondations au niveau de la zone basse et plane de la ville, par temps de pluie.
- Un manque flagrant en matière d'ouvrages annexes (Déversoirs d'orage, bassins de rétention ou de décantation ...) a contribué à un dysfonctionnement généralisé du réseau de collecte et un arrêt définitif des stations de relevage existantes.
- Les services d'assainissement ONA et APC travaillent au quotidien dans l'urgence. L'état général du système et l'absence de données de gestion et techniques fiables ne permettent pas une optimisation de ces services dans un objectif d'amélioration du système d'assainissement (par exemple absence de plan de réseau, manque de traçabilité des extensions des réseaux réalisées, des opérations curatives, ...)

Dans le cadre d'amélioration du niveau de service du système, un traitement particulier a été élaboré pour l'un des plus grands bassins de collecte de la ville de Béjaia, celui des quatre chemins du côté gauche de l'oued Soummam. Ce travail consiste en la conception d'une nouvelle station de relevage en remplacement de celle existante.

Les améliorations, apportées pour cette partie, concernent en premier lieu, le changement de l'objectif de la station de relevage qui va refouler vers la nouvelle station d'épuration de Sidi Ali Lebhar, ce qui a engendré le dimensionnement de la conduite de refoulement. Et au second lieu, la conception et le dimensionnement, à l'amont de cette station de relevage, d'un certain nombre d'ouvrages spéciaux pour garantir son bon fonctionnement.

Références bibliographiques

[1] : Site internet, <https://fr.scribd.com/doc/114997984/Cours-Assainissement-Chapitre-1-Et-2-EMG>

[2] : Site internet, <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/>

[3] : BENHADDAD Dalil et BOUKHEZZAR Tahar, « étude de dimensionnement des réseaux de distribution en eau potable et d'assainissement des eaux usées P.O.S de la commune de Tamokra (wilaya de Bejaia) », mémoire de fin de cycle en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, université de Béjaia, 2010-2011

[4] : Régis Bourrier, Marc Satin, Béchir Selmi, Guide technique de l'assainissement, Editions Paris, 1999

[5] : Site internet, <http://fr.slideshare.net/cameleonxavihernandez2012/ouvrages-types-assainissement-onep-maroc-2007> jour de consultation 04/05/2016

[6] : J. VAZQUEZ, M. ZUG, L. PHAN, C. ZOBRIST, Guide technique sur le fonctionnement hydraulique des déversoirs d'orage, Guide FNDAE, 2006

[7] : BOURRIER Régis, Les réseaux d'assainissement calculs, applications, perspectives, Edition LAVOISIER, 2008

[8] : José VAZQUEZ, Hydrologie et hydraulique urbaine en réseau d'assainissement Formation d'ingénieur, ENGEES/IMFS, 2013

Résumé

Les ouvrages annexes constituent les éléments majeurs du système d'assainissement et leur bon dimensionnement et état de fonctionnement sont primordiaux pour assurer une protection efficace du milieu récepteur et des biens et des personnes.

Notre travail consiste à élaborer un diagnostic du réseau d'assainissement de la ville de Béjaïa, en général, et une conception des ouvrages annexes du bassin de collecte « 4 chemins » en particulier. Le cheminement hydraulique suivi est : Déversoir d'Orage, Dégrilleur, Bassin de décantation, Bassin d'orage et Station de relevage.

Ce travail rentre dans le cadre d'un stage du projet de fin d'étude élaboré avec le groupement SCE-EHE, qui est en charge du projet « étude de diagnostic et de réhabilitation des réseaux d'assainissement des Villes de Tizi Ouzou et Béjaïa ».

Mots clés : Diagnostic, ouvrages annexes, réhabilitation, Station de relevage, Béjaïa.

Abstract

Annex structures are critical stuff in sewage system. Their adjustment and good sizing are primordial to ensure an optimal protection of natural environment and the security of assets and people.

Our work is to diagnosis sewage network of Bejaïa and to design all annex structures needed on the water catchment area called "4 chemins". The hydraulic pathway is: rain flow evacuator, screen rake, settling tank, storm-water basin and lifting station.

This work is the product of an end-studies internship at the "SCE-EHE" consortium who is in charge of the diagnosis and rehabilitation of Bejaïa and Tizi ouzou's sewage network.

Key words : Diagnosis , annex structures, rehabilitation, lifting station, Béjaïa.

ملخص

الملحقات تمثل العناصر الأساسية لنظام الصرف الصحي. تحجيمهم و حالة تشغيلهم الجيدة تعتبر أساسية لأجل تأمين حماية فعالة للوسط المتلقي للممتلكات و الأشخاص .

عملنا يتمثل في وضع تشخيص لنظام الصرف الصحي لمدينة بجاية عموما و تصميم المرفقات لخزان جمع « 4 chemins » خصوصا

المسار الهيدروليكي المعمول به يتمثل في : حوض الترسيب, الترشيح, ومحطة ضخ.

هذا العمل يدخل في اطار تربص لمشروع نهاية الدراسة المقام مع مجموعة SCE-Algérie المسؤول عن مشروع

(دراسة تشخيص و إصلاح لنظام الصرف الصحي لمدينة بجاية و تيزي وزو)

الكلمات الرئيسية: ملحقات، تشخيص ، إصلاح، محطة ضخ، بجاية.