

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : **Hydraulique**

Spécialité : **Hydraulique Urbaine**

Par :

M^{elle} **BENYOUB Latifa**

M^{me} **BELKADI Asmae**

Sujet

**Dimensionnement des quelques systèmes de relevage liés à la station
d'épuration de Ain ELHOUTZ**

Soutenu publiquement, le **30 Novembre 2020**, devant le jury composé de :

Mr BENMANSOUR Abdelhalim	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr DEBBAL Mohammed Zakaria	Maitre Assistant A	Univ. Tlemcen	Examineur
Mr TERKI HASSAINE Taha el amine	Maitre Assistant A	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr BOUCHELKIA Hamid	Professeur	Univ. Tlemcen	Co-encadreur

Promotion : 2019 – 2020

Remerciements

Au nom de Dieu, le Bienveillant, le Miséricordieux, la paix et la bénédiction soient sur le prophète Mohammad, sur sa famille et tous ses compagnons.

A l'occasion de la fin de ce travail, Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements à Allah, de nous avoir accordé la santé, l'engagement et le courage, la foi et la volonté d'achever ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement nos encadreurs Monsieur *TERKI HASSAINE Taha El-Amine* et Monsieur *BOUCHELKIA Abdelhamid* pour leurs orientations, leurs encouragements, leurs disponibilités durant ce travail.

A notre président le jury, Monsieur *BENMANSOUR Abdelhalim* pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous remercions également Monsieur *Debbal Mohammed Zakaria* pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à la station AIN HOUTZ à travers de son directrice générale et les chargés de techniques. Merci à toutes les personnes qui gèrent cette entreprise.

Mention très particulière à Mr *LAAJBI* ingénieur dans contrôle technique hydraulique et aussi Mr *HASSANI ELHACHEMI* pour l'hospitalité et la liberté que vous nous avez accordé dans votre service pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier également à madame SLIMANI chef service de l'ONA merci pour votre générosité et votre gentillesse, que Dieu vous protège.

On ne peut pas clôturer cette liste de remerciements et de reconnaissances, sans exprimer nos profondes gratitude envers tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, merci.

Sans l'assistance d'*ALLAH* et de toutes ces personnes, ce travail, n'aurait pu voir le jour.

« *Que la paix soit sur vous* »



Dédicace

Premièrement et avant tout je remercie DIEU puissant de m'avoir donné le courage pour achever ce modeste travail que je dédie

A mes chers parents, Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mon cher mari, Qui m'a toujours encouragé, conseillé et soutenu dans mon travail et m'a donné la force et la volonté de poursuivre mes études et mes recherches

A mes chères sœurs, Pour leur appui et leur encouragement.

Tous les cousins et les cousines

Toute la famille BELKADI et BENAÏSSA

Tous mes ami(e)s

A la promotion de 2^{eme} année master hydraulique urbain 2019/2020

Tous les enseignants qui ont participé à ma formation.



B.Asmae





Dédicace

*Premièrement et avant tout je remercie DIEU puissant de m'avoir donné le courage pour
achever ce modeste travail que je dédie :*

*A ma très chère mère aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des
sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un
encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction
m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de
nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler
de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*A mon très cher père Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un
être très cher.*

*Je tiens aussi à présenter mes salutations à ma sœur Iméne, ainsi qu'à mes deux frères Sofiane &
Belkacem Merci d'être présent dans ma vie.*

A ma belle sœurs Leila

A mes neveux : Abderrahmane & Anes, A ma nièce Meriem .

A mes chère amies, Houria et Nadja , Djahida

A mes collègues, mes ami(e)s, et surtout à ma chère binôme, Asmae



B.Latifa



Résumé

La préservation de la propreté de l'environnement est l'objectif de tous les êtres humains. Avoir conscience de ce sujet nous a conduits à sentir l'importance de la collecte et l'épuration des eaux usées avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

Dans ce présent travail, on a essayé de redimensionner, pour l'horizon 2030, la station de relevage qui achemine les eaux usées de l'agglomération de la commune Chetouane à la station d'épuration. Ce redimensionnement est réalisé en actualisant les données de base nécessaire pour calculer et analyser le système de la station de relevage et les paramètres qui peuvent menacer la sureté de fonctionnement de cette station, tout en apportant des modifications dans le réseau d'assainissement pour assurer une amélioration dans le fonctionnement de ce dernier.

Mots clés : Assainissement, eau usée, station de relevage, pompe, déversoir d'orage.

Abstract

Preserving the cleanliness of the environment is the goal of human beings. Being aware of this subject led us to feel the importance of collecting and purifying wastewater before being released into the natural environment. In this present work, an attempt was made to resize, by 2030, the lifting station which transports the wastewater from the agglomeration of the Chetouane commune to the treatment plant. This resizing is achieved by updating the basic data necessary to calculate and analyze the system of the lift station and the parameters that may threaten the safety of this station, while making modifications to the sewerage system to ensure an improvement in the operation of the system.

Keywords : Sewage, waste water, lift station, pump, storm drain.

المخلص

الحفاظ على نظافة البيئة هو هدف جميع البشر. وقد دفعنا إدراك هذا الموضوع الى الشعور بأهمية جمع مياه الصرف الصحي وتنقيتها قبل اطلاقها الى البيئة الطبيعية. وفي هذا العمل الحالي، بُذلت محاولة لتغيير حجم محطة الرفع التي تنقل مياه الصرف الصحي من منطقة شتوان الى محطة المعالجة بحلول عام 2030. ويتم تغيير الحجم هذا عن طريق تحديث البيانات الأساسية اللازمة لحساب وتحليل نظام محطة الرفع والمعلومات التي قد تهدد سلامة هذه المحطة، مع إجراء تعديلات على نظام الصرف الصحي لضمان تحسين تشغيل النظام. الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، محطة الرفع، المضخة، تصريف العواصف.

Liste des abréviations

ΔP : Différence de pression	Hab : Habitant	Pn : Nombre d'habitation à l'horizon d'étude
AEP : Alimentation en eau potable	H_{géo} : La hauteur Géométrique	PN : Pression nominal
C° : Degré Celsius	H_{MT} : La hauteur manométrique totale	PVC : Polyvinyle Chlorid
CET : Centre d'enfouissement technique	In : Le courant nominal	Q_f : Le débit de fuite
D : Dotation	J_L : Les pertes de charges linéaires	Q_{moyj} : Le débit moyen journalier
DBO5 : Demande en Oxygène pour 5 jours	J_S : Les pertes de charges singulières	Q_p : Le débit de pointe
DCO : Demande chimique en oxygène	Km : Kilomètre	Q_v : Le débit
D_{ext} : Le diamètre extérieur	Kp : Coefficient de pointe	STEP : Station d'épuration des eaux usées
D_{int} : Le diamètre intérieur	Kr : Coefficient de rejet	STR : La station de relevage
DN : Diamètre nominal	Kw : Kilowatt	T : Température
DPAT : Direction de la planification de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen	L : La longueur	V : La vitesse
Eq : Equivalent habitant	MES : Matières en suspension	V_{morte} : Le volume mort de la bêche
ERU : Les eaux résiduaires urbaines	NPSH : Net Positive Suction Head	Vu : Le volume utile de la bêche
EU : Eau usée	ONA : l'Office Nationale de l'assainissement	Z_R : Cote de radier
GUT : Groupement urbain de Tlemcen	ONID : l'Office Nationale de l'Irrigation et du Drainage	λ : Coefficient de perte de charge
H : La hauteur	PDAU : Plan directeur d'aménagement d'urbanisme	Φ : Diamètre de conduite
Ha : Hectare	PEHD : Polyéthylène haute densité	
	PH : Potentiel Hydrogéné	

Liste des figures

Figure I.1 : Pompe à piston (a) aspiration, (b)refoulement.....	4
Figure I.2 : Pompe à diaphragme.....	4
Figure I.3 : Pompe à engrenage.....	5
Figure I.4 : Pompe péristaltique.....	5
Figure I.5 : Pompe à deux vis à engrènement direct.....	7
Figure I.6 : Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation.....	8
Figure I.7 : Pompe à trois vis.....	8
Figure I.8 : Pompe à palette libre.....	9
Figure I.9 : Pompe à palette flexible.....	10
Figure I.10 : Type des roues de turbopompes.....	11
Figure I.11 : Schéma d'une pompe centrifuge.....	12
Figure I.12 : Différents type de rotor.....	12
Figure I.13 : Pompe monocellulaire	14
Figure I.14 : Pompe multicellulaire.....	14
Figure I.15 : Roue à simple aspiration.	15
Figure I.16 : Roue à double aspiration.....	15
Figure I.17 : Les caractéristiques d'une pompe centrifuge.....	16
Figure I.18 : Entrée de la roue d'une pompe centrifuge.	17
Figure I.19 : Courbe d'évolution de N.P.S.H en fonction du débit.....	18
Figure I.20 : Fonctionnement en série de deux pompes centrifuges identiques.....	18
Figure I.21 : Fonctionnement en parallèle de deux types centrifuges identiques.....	19
Figure I.22 : Eléments constitutifs des stations de relevage.....	20
Figure I.23 : Poste de refoulement et pose de relèvement.....	22
Figure I.24 : Exemple de schéma d'une station de pompage.....	23
Figure I.25 : Schéma d'installation.....	24
Figure II.1 : Système d'assainissement unitaire.....	31
Figure II.2 : Système d'assainissement séparatif.....	32
Figure II.3 : Système pseudo séparatif.....	33
Figure II.4 : Schéma perpendiculaire.....	35

Figure II.5 : Schéma à déplacement latéral.....	35
Figure II.6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique.....	36
Figure II.7 : Schéma à collecteur étagé.....	36
Figure II.8 : Schéma type radial.....	37
Figure II.9 : Conduite en béton armé.....	38
Figure II.10 : Conduite en béton non-armé.....	38
Figure II.11 : Conduite en amiante-ciment.....	39
Figure II.12 : Conduite en fonte ductile.....	39
Figure II.13 : Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié.....	40
Figure II.14 : Les conduites ovoïdes.....	41
Figure II.15 : Les caniveaux.....	42
Figure II.16 : Exemple de gargouille en PVC avec une grille incorporé.....	43
Figure II.17 : Boîte de branchement des eaux usées.	44
Figure II.18 : Regard de visite.....	44
Figure II.19 : Schéma de passage en siphon.....	46
Figure II.20 : Représentation schématique d'un déversoir d'orage.....	47
Figure II.21 : Représentation schématique d'un déversoir d'orage.....	47
Figure III.1 : Situation géographique de la commune Chetouane.....	49
Figure III.2 : Communes limitrophes de Chetouane	50
Figure III.3 : Carte géologique faisant ressortir la constitution du sol de Chetouan...51	
Figure III.1 : Réseau hydrographique de Chetouane.....	54
Figure III.5 : Variation des précipitations moyennes mensuelles.....	56
Figure III.6 : Répartition mensuelle de la température de la station Hennaya.....	56
Figure III.7 : Histogramme de croissance de la population de Chetouane.....	59
Figure IV.1 : Image satellite de la position de la STEP.....	72
Figure IV.2 : Le déversoir d'orage.....	73
Figure IV.3 : Grille By Pass.....	74
Figure IV.4 : Grille grossier.....	74
Figure IV.5 : Grille fine.....	74
Figure IV.6 : Déssableur-Déshuilleur	75
Figure IV.7 : Les bacs à sables.....	75
Figure IV.8 : Les bassins d'aérations.....	75
Figure IV.9 : Tour de répartition.....	76

Figure IV.10 : Décanteur.....	76
Figure IV.11 : Goulotte de reprise.....	76
Figure IV.12 : Bassin de chloration.....	77
Figure IV.13 : Vis de recirculation (vis d'Archimède).....	77
Figure IV.14 : épaisseur à boue.....	78
Figure IV.15 : Photo d'un lit de séchage.....	78
Figure IV.16 : Les pompes de la station de relevage.....	79
Figure IV.17 : Pompe Air-lift.....	80
Figure IV.18 : Système de pompage par Air-lift.....	81
Figure IV.19 : Vis de recirculation de la STEP.....	83
Figure IV.20 : Position de la vis de recirculation sur la STEP	84
Figure IV.21 : Représentation des paramètres géométriques d'une vis d'Archimède.....	85
Figure IV.22 : le graphe pour l'évaluation du coefficient de débit μ	86
Figure IV.23 : le graphe de l'âme d'eau déversant en fonction de α	88
Figure V.1 : Les compositions d'une station de relevage.....	91
Figure V.2 : Photos de la station de relevage de Chetouane	93
Figure V.3 : Schéma de plan de la bache d'eau.....	99
Figure V.4 : Courbes caractéristiques des trois pompes.....	100
Figure V.5 : Schéma de la pompe CAPRARI	101

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Avantages et inconvénients des systèmes d'évacuation.....	34
Tableau III.1 : Moyenne des températures mensuelles.....	57
Tableau III.2 : Répartition de l'humidité moyenne en % de la station.....	57
Tableau III.3 : Moyenne de la vitesse du vent.....	57
Tableau III.4 : Evolution de nombre d'habitants à différents termes de Chetouane.....	58
Tableau III.5 : Productions des eaux souterraine au niveau la zone Chetouane.....	59
Tableau III. 6 : Zones prévues initialement pour être desservie par la station de dessalement.....	60
Tableau III.7 : Ouvrages de Stockage de commune de Chetouane.....	61
Tableau III.8 : Normes de rejets dans un milieu récepteur.....	64
Tableau III. 9 : Estimation des débits des équipements.....	68
Tableau III.10 : Débits domestiques de consommation et des eaux usées de la commune de Chetouane.....	69
Tableau III.11 : Débit de consommation des eaux usées moyens totales.....	70
Tableau III.12 : Débit des eaux usées.....	71
Tableau IV.1 : Les données de la base de la STEP d'AIN HOUTZ.....	73
Tableau IV.2 : Les dimensions des bassins d'aération.....	75
Tableau V.1 : Les données des stations de relevage.....	93
Tableau V.2 : Les dimensions de la bache d'eau (CAPRARI).....	99
Tableau V.3 : Résultats de détermination de HMT de la pompe.....	99
Tableau V.4 : Résultats du dimensionnement de la bache.....	99
Tableau V.5 : Données caractéristiques de la pompe.....	100

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Aperçu général sur les différents de pompage

1. Introduction	2
2. Généralités sur les pompes	3
3. Différents types de pompes	3
3.1. Pompes volumétriques	3
3.1.1. Pompe à diaphragme	4
3.1.2. Pompe à engrenage	5
3.1.3. Pompes péristaltiques	5
3.1.4. Pompes à vis	6
3.1.5. Pompes à vis	6
i. Les types de pompe à vis	6
A) Pompes à deux vis à engrènement direct.....	6
B) Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation.....	7
C) Pompes à trois vis.....	8
ii. Fonctionnement	9
iii. Application	9
3.1.6. Pompes à palettes.....	9
3.6.1. Pompes à palettes libre	9
3.6.2. Pompes à palettes flexibles	10
3.2. Pompes Turbopompes	10
3.2.1. Pompes centrifuges	11
i. Principe de fonctionnement d'une pompe centrifuge	13
a) L'aspiration	13
b) L'accélération	13
c) Le refoulement	13
ii. Classification des pompes centrifuges	13
a) Disposition de l'axe	13
b) Nombres des roues	13
c) La forme de la roue	14
d) La pression engendrée	15
iii. Caractéristiques générales des pompes centrifuges	15

A) Le Débit	15
B) La Hauteur manométrique	15
C) Le rendement et la puissance	15
4. Cavitation	16
5. N.P.S.H	17
5.1. Mesure de (N.P.S.H _r)	17
6. Montage des pompes	18
6.1 Montage en série	18
6.2. Montage en parallèle	19
7. Généralité sur les stations de pompage	19
7.1. Rôle des stations de pompage en assainissement	20
7.2. Les types de stations de pompage	21
7.2.1. Station à cale sèche	21
7.2.2. Station immergée	21
7.3. Différence entre un poste de refoulement et un poste de relèvement.....	21
7.4. Composition des stations de pompage	22
7.4.1 Partie Génie civil	22
7.4.2. Partie Equipement	22
7.5. Processus de fonctionnement de la station de pompage	23
7.6. Schémas et règles d'installation	24
8. Conclusion	25

Chapitre II : Généralité sur les réseaux d'assainissement

1.Introduction	26
2. Rappel historique de l'assainissement	26
3. Le choix de système d'assainissement	27
4. Les différents types d'assainissement	28
4.1. L'assainissement non collectif	28
4.2. L'assainissement collectif	28
4.3. L'assainissement semi-collectif	28
5. Définition de la structure physique du réseau d'assainissement	29
6. Le fonctionnement du réseau.....	29
6.1. La fonction.....	29
6.2. L'objet	29

6.2.1. Les eaux pluviales ou de ruissellement	29
6.2.2. Les eaux domestiques	30
6.2.3. Les eaux industrielles ayant ou non subi un prétraitement	30
7. Le mode de fonctionnement du réseau	30
8. Le rôle du réseau d'assainissement	30
9. Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement	30
9.1. Systèmes Principaux	30
9.1.1. Système unitaire	31
9.1.2. Système séparatif	31
9.1.3. Système mixte	32
9.2. Systèmes secondaires	32
9.2.1. Système pseudo séparatif	32
9.2.2. Système composite	33
9.3. Avantages et inconvénients des systèmes d'évacuation	33
10. Schémas du réseau	35
10.1. Types de schéma du réseau	35
10.1.1. Schéma perpendiculaire	35
10.1.2. Schéma à déplacement latéral	35
10.1.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique	36
10.1.4. Schéma à collecteur étagé	36
10.1.5. Schéma type radial	36
11. Les ouvrages du réseau d'assainissement	37
11.1. Les Ouvrages Principaux	37
11.1.1. Canalisation	37
i. Les types de canalisations.....	37
A) Conduites en béton armé	38
B) Conduites en béton non armé	38
C) Conduites en amiante – ciment	39
D) Conduites en fonte ductile	39
E) Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié	40
F) Les conduites ovoïdes	40
ii. Choix du type de canalisation.....	41

11.1.2. Les joints.	41
A) Joint type Rocla	41
B) Joint à demi-emboîtement	41
C) Joint à collet	42
11.2. Les Ouvrages annexes	42
11.2.1. Les Ouvrages de collecte en surface	42
A) Fossés	42
B) Les caniveaux	42
C) Gargouille	42
11.2.2. Boîtes de branchements	43
11.2.3. Les regards	44
A) Regards de visite	44
B) Regards de jonction	45
C) Regards de chasse	45
D) Regards de chute	45
11.2.4. Bouches d'engouffrement	45
11.2.5. Passage en siphon	45
11.2.6. Déversoirs d'orages	46
11.2.7. Ouvrages de stockage.....	47
A) Bassin d'orage ou bassin de pollution	47
B) Bassin de retenue	47
11.2.8. Stations de pompages/relevage	47
12. Conclusion.....	48

Chapitre III : Présentation de la commune de Chetouane

1. Caractéristique générale de la commune.....	49
1.1. Situation géographique.....	49
1.2. Situation topographique.....	50
1.3. Situation géologique.....	50
1.4. Différents types de sol	51
1.4.1. Les sols marrons des steppes de climat chaud (sols iso humiques)	51
1.4.2. Les sols fersiallitiques	52
1.4.3. Les régosols	52
1.4.4. Les lithosols	52

1.5. Situation hydrogéologique	52
1.5.1. Les tufs calcaires	52
1.5.2. Eboulis et dépôts	52
1.5.3. Alluvions	53
1.5.4. Les travertins	53
1.5.5. Les grés tortoniens	53
1.5.6. Les marnes et grés helvétiens	53
1.5.7. Les marno calcaires de « Raourai (Kimméridgien)	53
1.5.8. Les dolomies de Tlemcen kimméridgien	53
1.5.9. Calcaire bleu kimméridgien	54
1.5.10. Les grés de Boumediene séquanien	54
1.6. Réseau hydrographique	54
1.7. Climatologie de la région.....	55
1.7.1. Précipitations	55
1.7.2. Température	56
1.7.3. Humidité	57
1.7.4. Les vents	57
2. Situation démographique actuelle	58
2.1. Evolution de la population.....	58
3. Situation hydraulique	59
3.1. Les eaux souterraines	59
3.2. Le dessalement de l'eau de mer.....	60
3.3. Ouvrages de stockage.....	61
4. Qualité des eaux alimentant la commune de Chetouane.....	61
5. Réseau d'assainissement actuel de la commune de chetouane.....	62
5.1. Nature du réseau de Chetouane	62
5.2. Qualité des eaux usées	62
5.2.1. Les eaux résiduaires urbaines domestiques	62
5.2.1.1. Les eaux ménagères.....	62
5.2.1.2. Les eaux vannes	62
5.2.2. Les eaux résiduaires urbaines industrielles.....	62
5.2.2.1. Effluents généraux de fabrication.....	63
5.2.2.2. Effluents particuliers	63
5.2.2.3. Effluents des services généraux	63
5.2.2.4. Rejets occasionnels	63

5.2.3 . Les eaux agricoles	63
5.2.4. Les eaux pluviales.....	64
5.3. Aspect qualitatif des eaux collectées par le réseau	64
5.3.1. Normes de rejets.....	64
5.3.2. Origine de la pollution.....	65
5.4. Rejets de la commune.....	65
5.5. Milieux récepteurs	66
6. Débit évacué par le réseau d’assainissement de la commune de Chetouane.....	67
6.1. Evaluation des débits d’eaux usées des équipements.....	67
6.2. Evaluation des débits d’eaux usées domestique.....	67
6.2.1. Débit de consommation moyen domestique	67
6.2.2. Débit des eaux usées	68
6.3. Débit moyen total.....	70
6.4. Débit de pointe.....	70
7.Conclusion.....	71

Chapitre IV : Identification et dimensionnement des principaux ouvrages de relevage de la zone d’étude

1.Introductuion.....	72
2.Aperçu des principaux ouvrages du système d’assainissement de la zone d’étude.....	72
2.1. Station d’épuration STEP AIN EL HOUTZ.....	72
2.1.1. Données de base.....	73
2.1.2. Partie des eaux usées.....	73
❖ Déversoir d’orage.....	73
❖ Le dégrillage.....	74
❖ Dessableur- déshuileur (2 unités).....	74
❖ Bassins d’aération	75
❖ Tour de répartition	76
❖ Clarificateurs (Décanteurs).....	76
❖ Bassin de chloration.....	77
2.1.3. Partie des Boue.....	77
❖ Un poste de pompage des boues (vis de recirculation)	77
❖ Épaississeur à boue.....	77
❖ Lits de séchage	78
2.2. Ouvrages spéciaux	79
2.2.1. Station de relevage de Chetouane.....	79

3. Les différents types de relevage dans la station.....	80
3.1. Pompe Air-lift	80
3.2. La vis de recirculation.....	82
4. Calcul du dimensionnement des différents types de relevage de la STEP.....	83
4.1. Le vis de recirculation (vis d'Archimède)	83
4.1.1. Détermination Le diamètre extérieur de spire de noyau et la vitesse de rotation.....	85
a) Le diamètre extérieur de spire D.....	85
b) Le diamètre de noyau	87
c) La vitesse de rotation.....	87
4.1.2. Calcul la côte minimale z_1 de l'eau dans le réservoir.....	87
4.1.3. Calcul la hauteur de la l'âme déversant	87
4.1.4. Calcul la hauteur géométrique de relevage.....	88
4.1.5. La longueur active de la vis.....	88
4.1.6. Calcul le nombre de pas de la vis.....	89
4.1.7. Calcul le rendement de la vis.....	89

Chapitre V : Dimensionnement de la station de relevage

1. Introduction.....	90
2. Nécessité du relevage.....	90
3. Rôle de la station de relevage.....	90
4. Composition de la station de relevage.....	91
5. Rôle de la pompe de relevage.....	91
6. Station de relevage pour Chétouane	91
7. Dimensionnement de la station de relevage.....	93
7.1. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	93
7.2. Caractéristiques des pompes.....	94
7.2.1. Débit de pompage (Q).....	94
7.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT).....	94
7.2.2.1. Hauteur géométrique (Hg).....	94
7.2.2.2. Les pertes de charge.....	95
➤ Les pertes de charge linéaires.....	95
➤ Les pertes de charge singulière.....	95
7.2.2.3. Puissance absorbée (Pa).....	96
7.3. Dimensionnement de la bache d'aspiration.....	96
7.3.1. Calcul du volume utile (Vu).....	96

7.3.2. Calcul le volume mort V_{mort}	97
7.3.3. Dimensionnement de la longueur et la largeur de la bache.....	97
7.3.4. Calcul la surface de la bache.....	98
7.3.5. La hauteur utile (Hu).....	98
7.3.6. La hauteur morte.....	98
7.3.7. Calcul la hauteur de la station.....	98
➤ La profondeur totale (H).....	98
7.3.8. Le volume total de la bache (V).....	98
7.3.9. Schéma des dimensions de la bache d'eau par logiciel CAPRARI.....	98
8. Etude électrique de la station de relevage STR.....	102
8.1. Données de base.....	102
8.2. Détermination de la puissance de la pompe.....	102
8.3. Détermination de la puissance du moteur.....	103
8.4. Calcul du courant nominal.....	103
9. Conclusions.....	103
Conclusion générale	105.

Introduction générale

L'eau est le moteur de la nature. C'est l'élément vital de l'humanité, de notre économie et de notre bien-être. En d'autres termes, l'eau c'est la vie. Chaque goutte nous coûte cher. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, est d'un grand intérêt général. Une chose est sûre : le problème de l'eau est étudié dans les quatre coins du monde, car elle constitue le vecteur majeur du développement durable. Sans omettre, la question de la récupération des eaux usées, qui est désormais une nécessité en raison de la population massive et de la croissance industrielle.

Le développement rapide de la population en milieu urbain ainsi que l'évolution du mode de vie entraînent un accroissement considérable des structures urbaines impliquant des besoins en eau importants. A cet égard, dans le domaine de l'hydraulique, diverses techniques urbaines se proposent, l'assainissement et l'alimentation en eau potable entre autres.

L'assainissement s'inscrit justement dans cette logique car il a pour rôle la collecte et le traitement des eaux et des déchets solides.

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation, et l'élévation du niveau de vie de la population. Ces rejets dans la nature est l'un de principaux phénomènes qui ont causé la pollution de l'environnement, à la contamination des eaux souterraines et la propagation des maladies d'origine hydrique.

L'épuration des eaux usées est, donc, une nécessité impérieuse si l'on veut protéger nos ressources en eau, notre milieu naturel, notre cadre de vie et également pour augmenter les ressources en eau par recyclage des eaux usées en vue de leur réutilisation à des fins industrielles ou agricoles.

L'objectif principal de notre étude consiste en une description de réseau d'assainissement du CHETOUANE, et redimensionnement des déferents systèmes de relevage, de la station de relevage de CHETOUANE et la station d'épuration des eaux usées d'AIN EL HOUTZ.

A cet effet, notre mémoire sera structuré comme suite :

- Chapitre I : Aperçu général sur les différents systèmes de pompage.
- Chapitre II : Généralité sur les réseaux d'assainissement.
- Chapitre III : Présentation de la commune de Chetouane.
- Chapitre IV : Identification et dimensionnement des principaux des ouvrages de relevage de la zone d'étude.
- Chapitre V : Dimensionnement de la station de relevage.

Chapitre I

**Aperçu général sur les différents
systèmes de pompage**

1. Introduction

Dans l'assainissement, il n'est pas toujours possible d'évacuer les eaux d'égout gravitairement. Lorsque cela est impossible, il faut installer une poste d'élévation qui est responsable de transférer des eaux de niveau bas au niveau haut.

Les ressources en eau ont toujours été recherchées puis mobilisées pour divers usages concourant au développement socio-économique des populations. Les points d'utilisation sont généralement distants des ressources en eau. Aussi il faut transporter les demandes en eau de leur site naturel aux points d'utilisation. Ce transport exige de l'énergie.

Dans un premier temps l'homme utilisera simplement l'énergie développée par ses muscles pour transporter l'eau à l'aide de récipient naturel ou artificiel. Plus les volumes et les distances étaient grands, plus l'énergie dépensée était importante.

A la grande époque de la culture gréco-romaine de nombreux principes de physique et d'hydraulique furent découverts, mais jamais développés : les besoins économiques de l'époque ne nécessitaient pas une mécanisation de l'outil de production. L'énergie nécessaire à la production était fournie par une main d'œuvre presque gratuite, les esclaves.

Il faudra attendre la fin du XVIII^{ème} siècle pour que les premières pompes soient réellement construites et utilisées de façon rationnelle.

L'apparition de la machine à vapeur (Denis Papin) améliorée par James Watt permit la mécanisation des secteurs industriels. Les infiltrations d'eau noyant de façon continue les galeries souterraines des mines de charbon, on utilisa alors de façon régulière des pompes pour évacuer cette eau. Il s'agissait en fait de pompes à piston, machine de Watt, dont l'énergie provenait de la vapeur produite par de l'eau chauffée par un foyer.

L'énergie électrique permit le développement des pompes à principe rotatif, turbine et centrifuge pour alimenter les alternateurs des centrales dont les plus gros modèles furent réalisés par les Suédois.

Les pompes répondent toutes au même besoin, déplacer un liquide d'un point à un autre. Pour déplacer ce liquide il faut lui communiquer de l'énergie. Les pompes vont apporter cette énergie, le moteur qui alimente les pompes transforme l'énergie thermique ou électrique en énergie mécanique

pour permettre le mouvement des organes des pompes ; cette énergie est transmise au fluide.

2. Généralités sur les pompes

On appelle pompe du nom italien « pompa » toutes machines hydrauliques qui servent à déplacer les liquides d'une région de basse pression vers une région à grande pression. Son fonctionnement consiste à produire une différence de pression entre la région d'aspiration et la région de refoulement au moyen de l'organe actif (piston, roue, etc.) de la pompe. Du point de vue physique, la pompe transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Les pompes autant que machines, sont les pièces maîtresses qui donnent la vie aux unités de pétrole et au gaz. Leur choix et leur installation doivent faire l'objet de soins tout particulier de la part des services d'études, de même leur entretien requiert une des spécialistes très qualifiées, afin qu'elles puissent assurer dans les meilleurs conditions un service continu pendant une longue durée.[1]

3. Différents types de pompes

Il existe un très grand nombre de types de pompes. Ces différents types peuvent cependant tous se rattacher à deux grandes catégories, les pompes volumétriques et les turbopompes.

3.1. Pompes volumétriques

Parmi les pompes volumétriques sont : les pompes à piston, à diaphragme, à noyau plongeur ...et les pompes rotatives telles les pompes à vis, à engrenages, à palettes, péristaltiques...lorsque le fluide véhiculé est un gaz, ces pompes sont appelées (compresseurs).

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. Leur fonctionnement repose sur le principe suivant :

- Exécution d'un mouvement cyclique
- Pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin.

Ce mouvement permet le déplacement du liquide entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement. [1]

3.1.1. Pompe à piston

Ces machines ont un fonctionnement alternatif et nécessitent un jeu de soupapes ou de clapet pour obtenir tantôt l'aspiration du fluide, tantôt le refoulement. Le principal défaut de cette machine est de donner un débit pulsé et par suite des a coups de pression, qu'on peut atténuer grâce à un pot anti béliers sur la conduite de refoulement.

Les pompes à piston sont robustes et ont de bons rendements au-dessus d'une certaine taille, elles peuvent être utilisées comme pompes doseuses. [1]

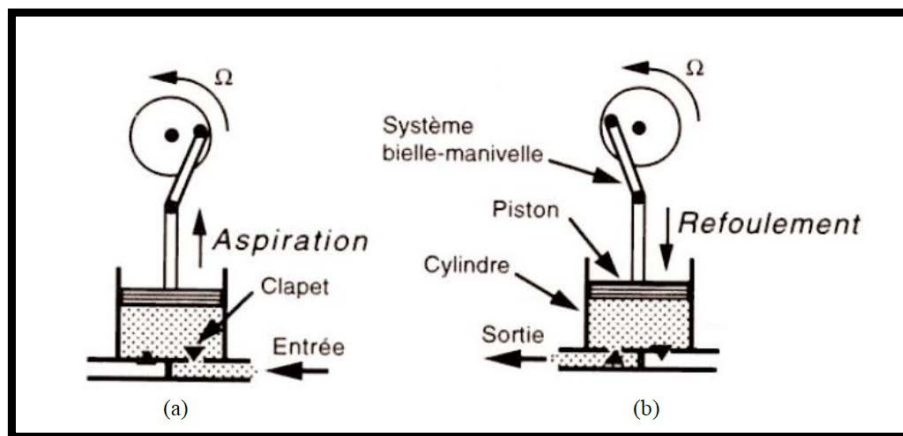


Figure I.1 : Pompe à piston (a) aspiration, (b)refoulement.[1]

3.1.2. Pompe à diaphragme

Dans les pompes à diaphragme, appelées aussi pompes à membrane, le fluide n'entre pas en contact avec les éléments mobiles de la machine. Ces pompes sont donc bien adaptées au pompage des liquides corrosifs ou et chargés de particules solides. [1]

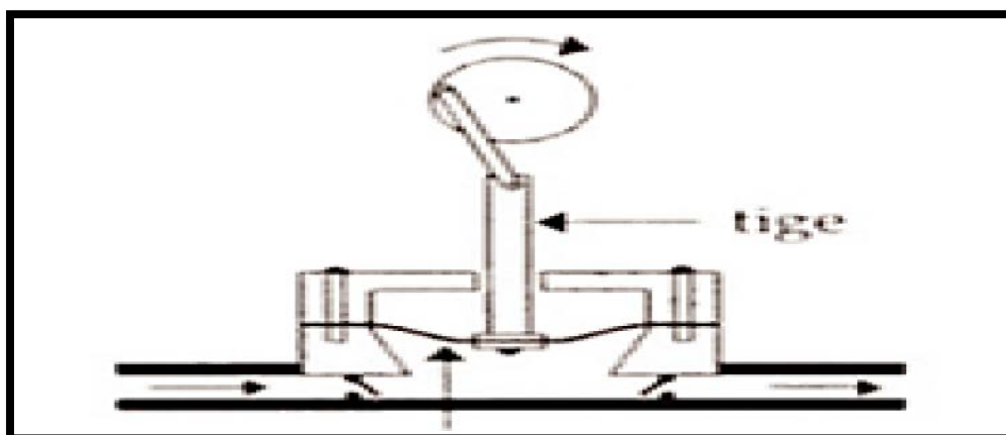


Figure I.2 : Pompe à diaphragme.[2]

3.1.3. Pompe à engrenage

Deux pignons tournent en sens inverse dans un carter. Le fluide situé entre les dents et la paroi du carter est contraint d'avancer au cours du retour, tandis qu'au centre, le contact permanent entre les deux pignons empêche le retour du fluide vers l'amont malgré la différence de pression et le déplacement des dents qui se fait en direction de l'entrée. [1]

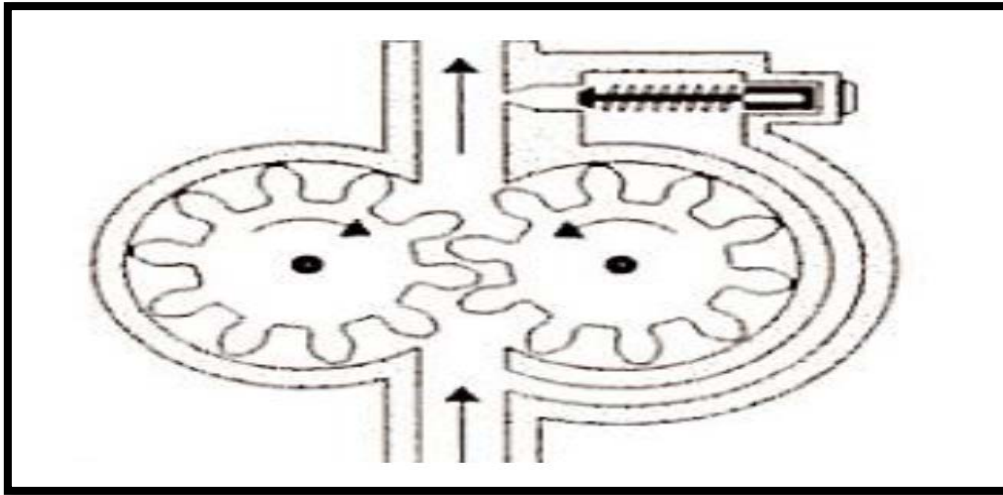


Figure I.3 : Pompe à engrenage.[1]

3.1.4. Pompes péristaltiques

Son principe de fonctionnement est plutôt simple : un tuyau souple est écrasé par des galets, le fluide est alors repoussé sans turbulence, ni cisaillement. Il n'y a pas non plus de contact entre le fluide et les pompes mécaniques. Son débit est limité à des valeurs de l'ordre de 60 à 80 m³/h. par contre, le rendement est de 100% et elle est la pompe doseuse par excellence. [1]

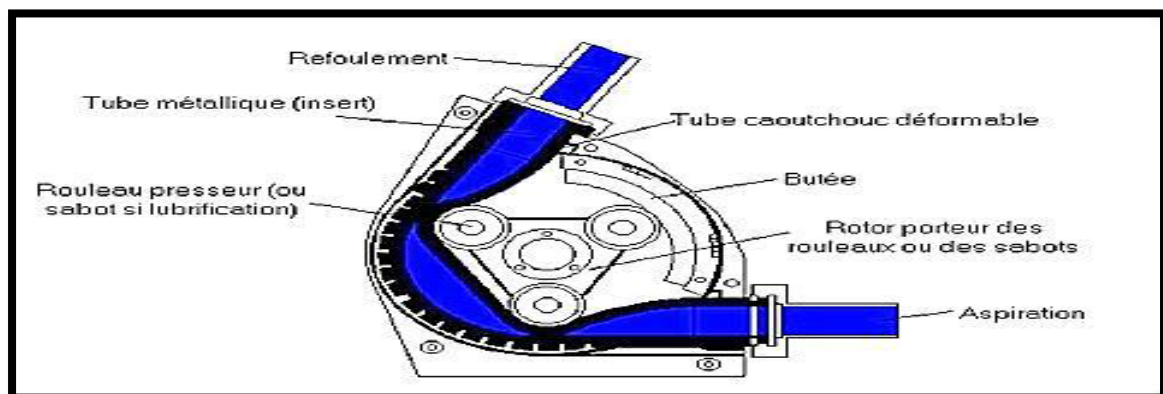


Figure I.4 : Pompe péristaltique.[1]

3.1.5. Pompes à vis

Elles sont constituées de deux ou trois vis s'engrenant entre elles. Le liquide remplit les cavités qui existent entre les vis et le corps. Pendant la rotation des vis, les cavités se déplacent transférant ainsi du liquide de la zone d'aspiration vers la zone de refoulement. Ce type de pompe volumétrique admet une vitesse de rotation élevée (3000 tr/mn) ; elles sont silencieuses et permettent d'atteindre des pressions assez élevées (≈ 100 bars). Elles ne véhiculent que des liquides à bon pouvoir de lubrification et ne contenant pas particules abrasives. [2]

Les pompes à vis permettent des relevages de débits importants, sous des hauteurs faibles, un relevage d'eaux très chargées, d'atteindre un rendement sensiblement constant quel que soit le débit relevé.

Les pompes à vis ont la nécessité dans une maintenance importante, et des travaux de génie civil adaptés.

i. Les types de pompe à vis [2]

Ils existent plusieurs types.

A) Pompes à deux vis à engrènement direct

Les deux vis à filets très inclinés s'engrènent directement dans un carter. Une seule des deux vis est solidaire de l'arbre moteur et entraîne la deuxième par contact direct. Les paliers sont lubrifiés par le liquide véhiculé. Les fuites internes sont relativement faibles, mais le produit pompé doit posséder un excellent pouvoir lubrifiant et doit être non corrosif et, ainsi, doit être très peu chargé des particules abrasives.

Elles sont utilisées sur les produits visqueux (fuel).

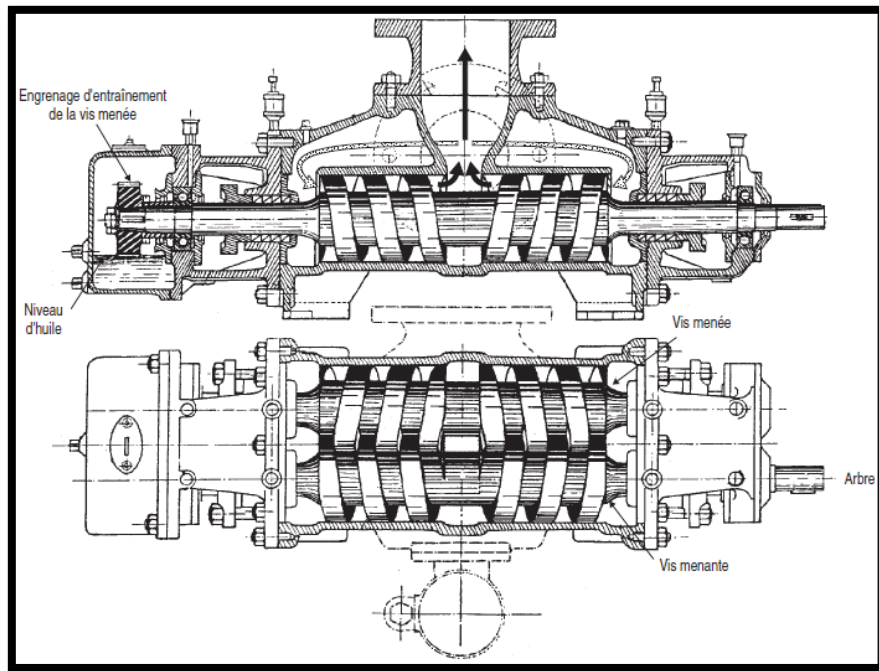


Figure I.5 : Pompe à deux vis à engrenement direct.[2]

B) Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation

La vis solidaire de l'arbre moteur entraîne la seconde par l'intermédiaire d'un ensemble d'engrenages de synchronisation. Les deux vis permettent un jeu entre elles et ne sont pas en contact direct. Les engrenages et les paliers peuvent être en contact direct avec le liquide. Dans ce cas, une seule garniture d'étanchéité est nécessaire. Si le produit n'est pas assez lubrifiant ou s'il est chargé, les engrenages et les paliers sont isolés du liquide mais nécessitent un ensemble de quatre garnitures d'étanchéité. Il est à noter que les fuites internes sont plus importantes et provoquent une différence de pression (ΔP) possible, ainsi qu'un rendement, plus faible. Il est à remarquer que sur les pompes à deux vis, les filets sont symétriques, afin de limiter au maximum l'effet des poussées axiales.

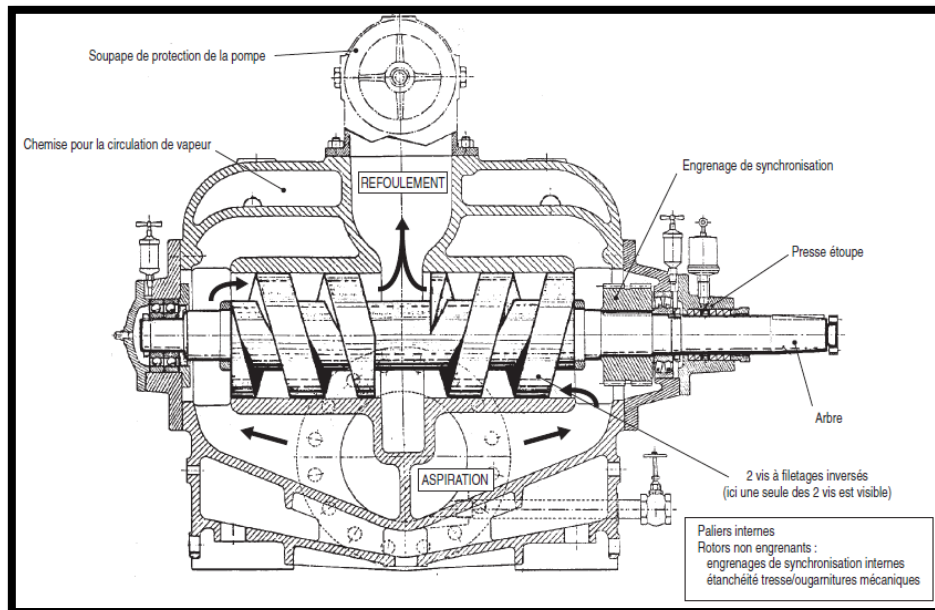


Figure I.6 : Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation.[2]

C) Pompes à trois vis

La partie hydraulique de cette pompe est constituée de trois vis dont une seule est solidaire de l'arbre moteur. Les deux autres vis sont entraînées par frottement grâce à la vis centrale. Les vis sont à un seul filet et il est nécessaire d'équilibrer la poussée axiale résultante à l'aide d'un dispositif de compensation.

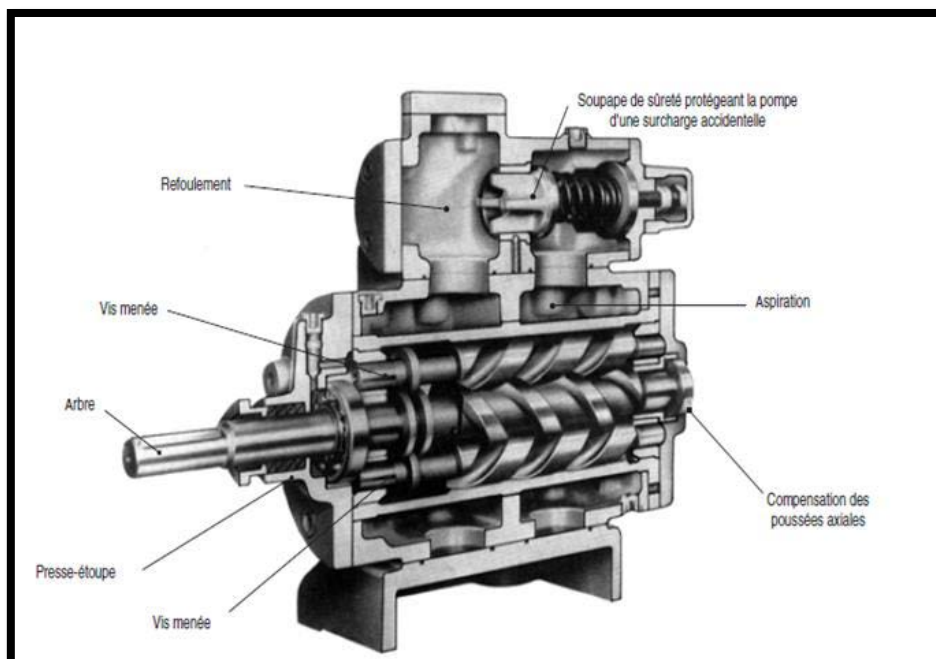


Figure I.7 : Pompe à trois vis.[2]

ii. Fonctionnement

La pompe à vis d'Archimède est le premier exemple d'une pompe volumétrique. La pompe à vis tire un fluide dans un compartiment (volume compris entre deux pales) à l'entrée et en le faisant pivoter vers le haut déplace le fluide, lorsque la vis est placée sur un certain angle. Ce principe s'applique toujours à une pompe à vis, sans tenir compte de la taille ou de la conception.

Cette façon simple et fiable de pompage d'un fluide conduit à des volumes élevés possibles soulevés avec de faibles vitesses de rotation sans qu'il y ait de dégâts de cavitation ou d'une usure excessive.

La construction ouverte, sans colmatage permet un fonctionnement en continu, même lorsque le fluide contient de grosses particules ou débris. [4]

iii. Application

La pompe à vis d'Archimède est adaptée à un endroit où il existe un besoin pour pomper un fluide à un niveau supérieur. Par conséquent, il y a une grande variété d'endroits où pompes à vis sont actuellement en exploitation, de l'eau de baignade propre aux eaux usées les plus sales imaginables, des exemples : pompage à l'entrée de la station d'épuration, pompage intermédiaire en station d'épuration, recirculation des boues activées, projets d'irrigation, projets de drainage, sortie des eaux de tempête. [4]

3.1.6. Pompes à palettes

On a deux types de pompes à palette

3.6.1. Pompes à palettes libre

Un corps cylindrique fixe communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement. A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieur au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps. [1]

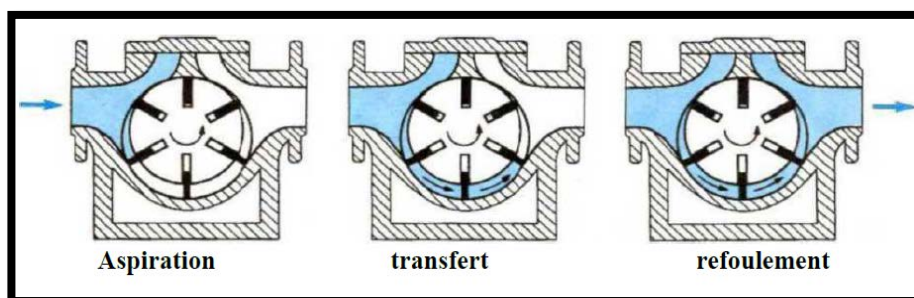


Figure I.8 : Pompe à palette libre.[1]

3.6.2. Pompes à palettes flexibles

L'ensemble rotor palettes est en élastomère. Il entraîne le liquide jusqu'au refoulement où les palettes sont fléchies par la plaque de compression et permettent l'expulsion du liquide. Comme toutes les pompes à palettes, ces pompes n'entraînent ni brassage, ni laminage, ni émulsion du produit. Elles peuvent également pomper des particules solides. Les caractéristiques, débit, vitesse, pression sont sensiblement identiques aux précédents.[1]

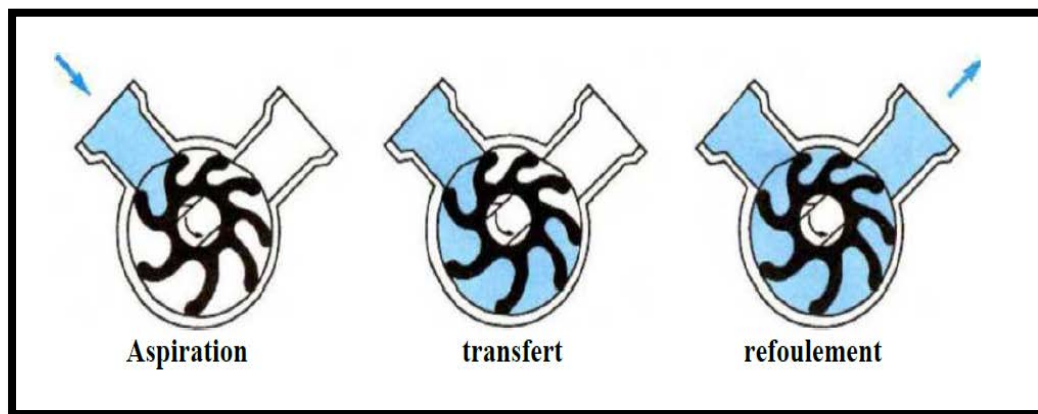


Figure I.9 : Pompe à palette flexible.[1]

3.2. Pompes Turbopompes

Les pompes hydrodynamiques sont de construction très simple : en version de base, elles sont essentiellement constituées d'une pièce en rotation, le rotor appelé aussi roue ou hélice qui tourne dans un carter appelé corps de pompe. Une certaine vitesse est ainsi communiquée au fluide. La différence entre les pompes centrifuge hélico centrifuge et à hélice porte essentiellement sur la direction de la vitesse donnée au fluide. Elle peut être classifiée comme suit : [1]

- Selon la trajectoire du fluide

- a) A écoulement radial : pompes centrifuges (Fig.III.10-a)
- b) A écoulement diagonal : pompe à hélico centrifuges (Fig. III.10-b)
- c) A écoulement axial : pompes axiales ou pompes à hélices (Fig. III.10-c).

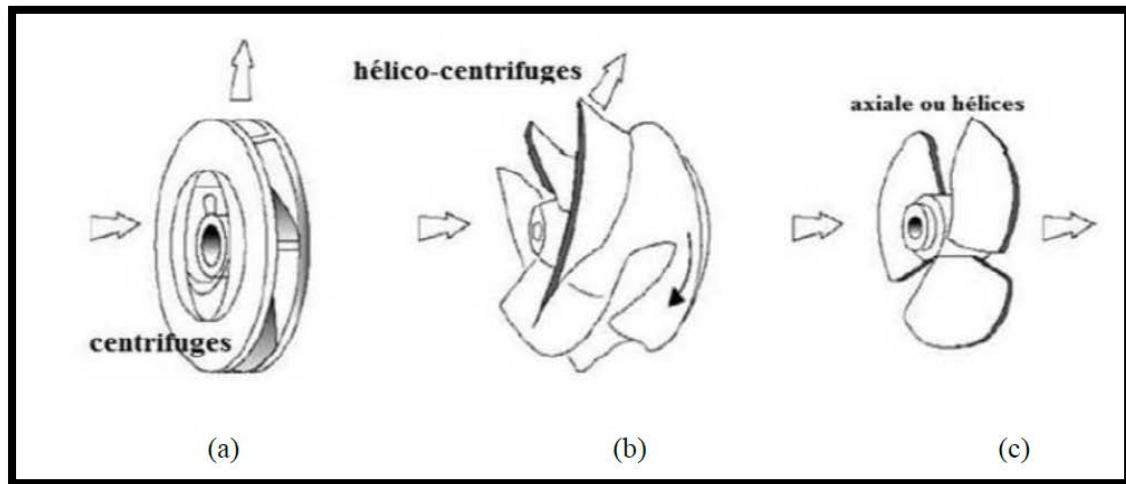


Figure I.10 : Type des roues de turbopompes.[1]

- Selon le nombre d'étage :

a) Monocellulaire : avec une seule roue sur l'arbre.

b) Multicellulaire : avec plusieurs roues sur l'arbre déposées en série.

- Selon la disposition de l'axe de la pompe :

a) Pompe à vertical.

b) Pompe à horizontal.

3.2.1. Pompes centrifuges

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute.

Le fluide arrivant par l'ouïe est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force centrifuge lui communique de l'énergie cinétique. Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute.

Un diffuseur à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant et ainsi de limiter les pertes d'énergie (Figure I.11).

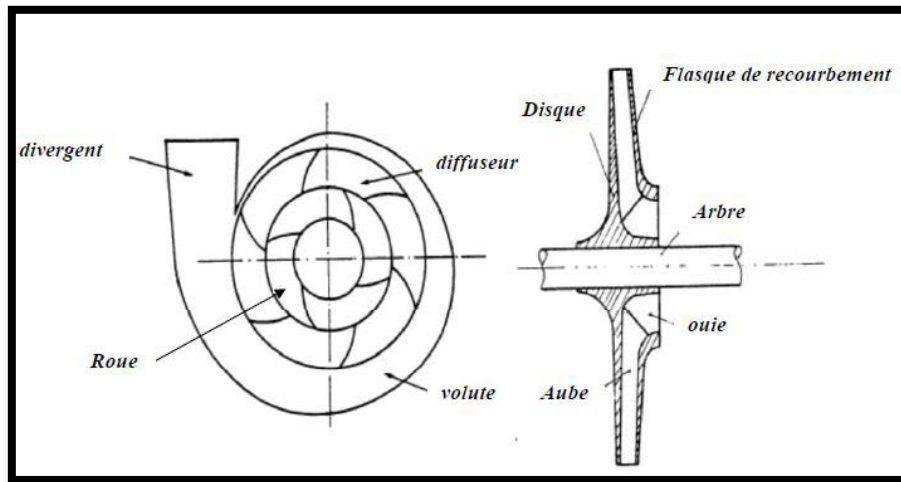


Figure I.11 : Schéma d'une pompe centrifuge.[2]

D'un distributeur, sorte de tubulure profilée qui, comme son nom l'indique, sert à conduire l'eau avec une vitesse et une direction convenable dans l'axe de la pompe ou « ouïe », ou « oreillard » de la roue. Le distributeur est généralement constitué par un cône convergent qui permet de réaliser une meilleure disposition des filets liquides en améliorant le parallélisme et réaliser une meilleure disposition des filets liquides en améliorant le parallélisme et l'égalité des vitesses. Il est précédé, à l'amont, par la canalisation d'aspiration. [20]

D'une roue, ou turbine, ou rotor, ou mobile, constitué par un moyeu porté par un arbre et muni d'aubes tournant à l'intérieur de deux coquilles formant le corps de pompes. Les aubes peuvent être fixées sur un ou deux cotés à des disques. ; on distingue des rotors ouvert, demi-ouvert ou fermé (Figure I.12). [20]

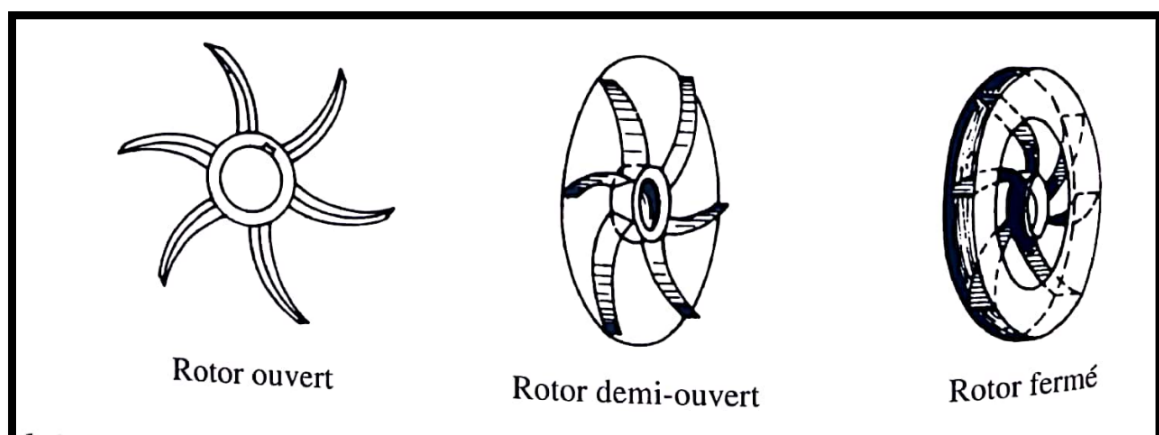


Figure I.12 : Différents type de rotor.[20]

i. Principe de fonctionnement d'une pompe centrifuge [5]

On peut décomposer le fonctionnement en trois étapes

a) L'aspiration

Le liquide est aspiré au centre du rotor par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est de conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée du rotor.

La pompe étant amorcée, c'est-à-dire pleine de liquide, la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

b) L'accélération

Le rotor transforme l'énergie mécanique appliquée à l'arbre de la machine en énergie cinétique. A la sortie du rotor, le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie.

c) Le refoulement

Dans l'élargissement en sortie, qui se comporte comme un divergent, le liquide perd de la vitesse au profit de l'accroissement de pression : l'énergie cinétique est convertie en énergie de pression au niveau de diffuseur.

ii. Classification des pompes centrifuges

On classe les pompes centrifuges d'après le principe de fonctionnement :

a) Disposition de l'axe

Il y a les pompes à axe horizontale et les pompes à axe vertical (pompes immergées).

b) Nombres des roues

Le nombre des roues correspondant au nombre d'étages.

➤ Pompe à un seul étage, (pompe monocellulaire)

Quand la pompe ne comporte qu'une seule cellule, elle est dite monocellulaire. Elle se compose d'une roue et d'une volute ou corps de pompe, qui joue le rôle du diffuseur de la pompe.

On peut atteindre des pressions de 1,5 à 8 bars (soit 15 à 80 m d'eau). [5]



Figure I.13 : Pompe monocellulaire.[2]

➤ **Pompes multicellulaires**

Elles sont utilisées lorsque la pression exigée au refoulement est importante, donc il serait théoriquement possible d'utiliser une pompe équipée d'une roue de grand diamètre, mais il est en général très rentable d'utiliser des pompes multicellulaires (plusieurs étages) constituées de pompes monocellulaires montées en série sur un même arbre de commande. On peut atteindre des pressions très importantes de 8 à 30 bars (soit 80 à 300 m d'eau). [5]

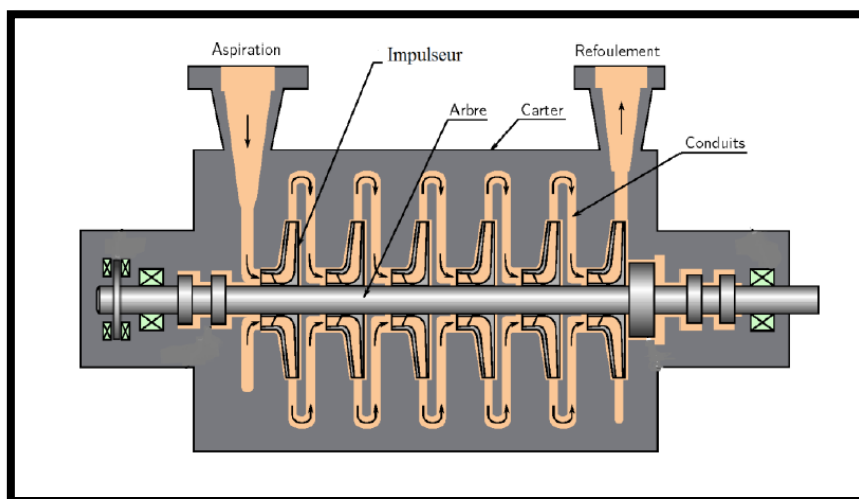


Figure I.14 : Pompe multicellulaire.[18]

c) La forme de la roue

Il y a simple aspiration (Fig I.15) et double aspiration (FigI.16).

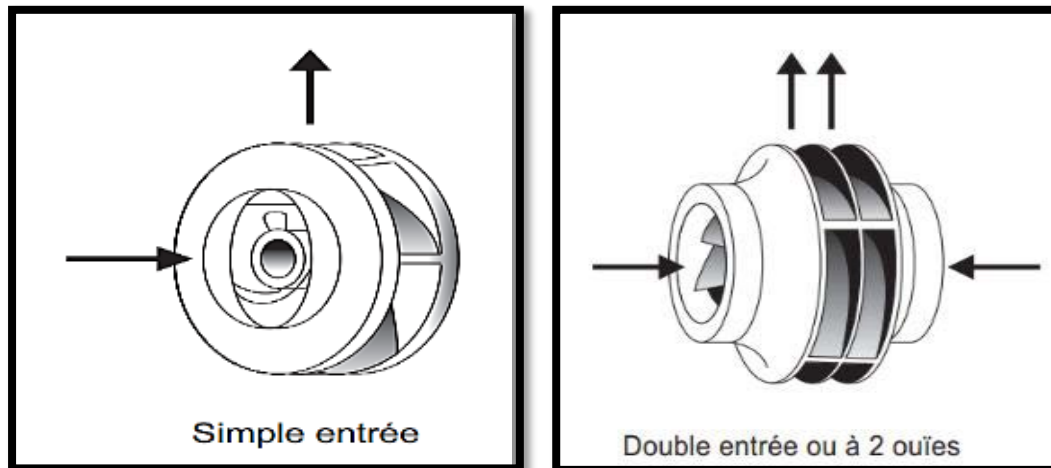


Figure I.15 : Roue à simple aspiration. Figure I.16 : Roue à double aspiration. [18]

d) La pression engendrée

Il y a faible pression et forte pression.

iii. Caractéristiques générales des pompes centrifuges

A) Le Débit

Le débit Q_v fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'exprime en mètres cubes par seconde (m^3/s) ou plus pratiquement en mètres cubes par heure (m^3/h). [6]

B) La Hauteur manométrique

On appelle Hauteur manométrique (H_{MT}) d'une pompe, l'énergie fournie par la pompe à l'unité de poids du liquide qui la traverse. Si H_{TA} est la charge totale du fluide à l'orifice d'aspiration et H_{TR} la charge totale du fluide à l'orifice de refoulement, la hauteur manométrique de la pompe est : $H_{MT} = H_{TA} \pm H_{TR}$

C) Le rendement et la puissance

Le rendement (η) d'une pompe est le rapport de la puissance utile P (puissance hydraulique) communiquée au liquide pompé à la puissance absorbée P_{ab} par la pompe (en bout d'arbre) ou par le groupe (aux bornes du moteur). Si Q_v est le débit volume du fluide, ρ sa masse volumique et H_{MT} la hauteur manométrique de la pompe, la puissance P et le rendement η sont respectivement donnés par les équations suivantes :

$$P = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q_v \dots \dots \dots (I.1)$$

$$\eta = \frac{Q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H}{P_{ab}} \dots \dots \dots (I.2)$$

P_{ab} : La puissance absorbée par la pompe

Le rendement de la pompe varie avec le débit et passe par un maximum pour le débit nominal autour duquel la pompe doit être utilisée. [6]

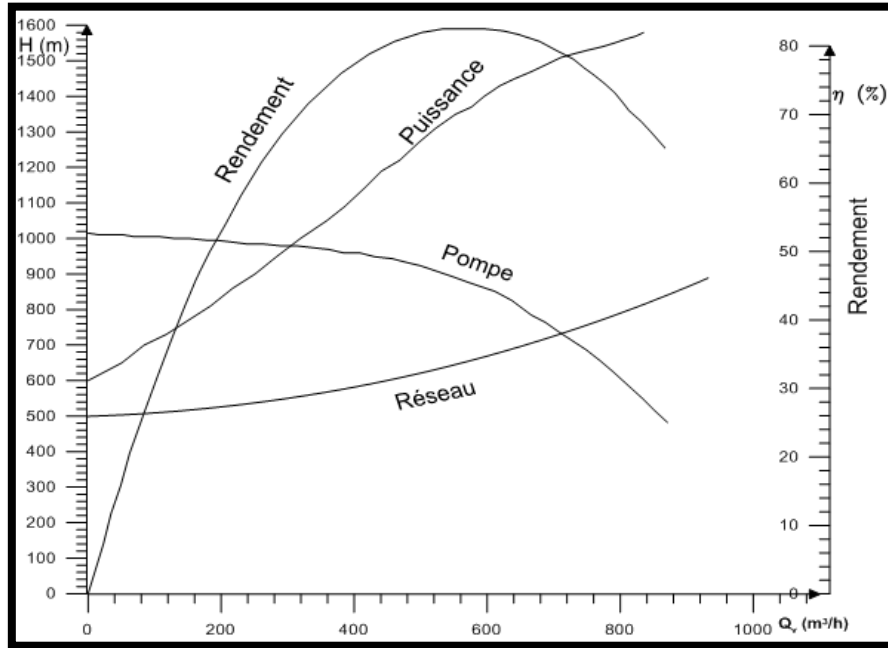


Figure I.17 : Les caractéristiques d'une pompe centrifuge.[2]

4. Cavitation

A l'intérieur d'une pompe centrifuge, c'est à l'entrée de la roue que la pression statique est plus faible, à cause de l'augmentation de vitesse et des pertes de charges. Si en ce point (point C de la figure (I.18), il y a début de vaporisation, en aval, le liquide est dépressurisé par l'impulseur. [7]

Les bulles se condensent alors brusquement et implosent, notamment près des parois. C'est ce phénomène, très bruyant qu'on appelle cavitation. On assiste à une chute de hauteur manométrique et de puissance, à des instabilités et des vibrations, et enfin à l'érosion du métal.

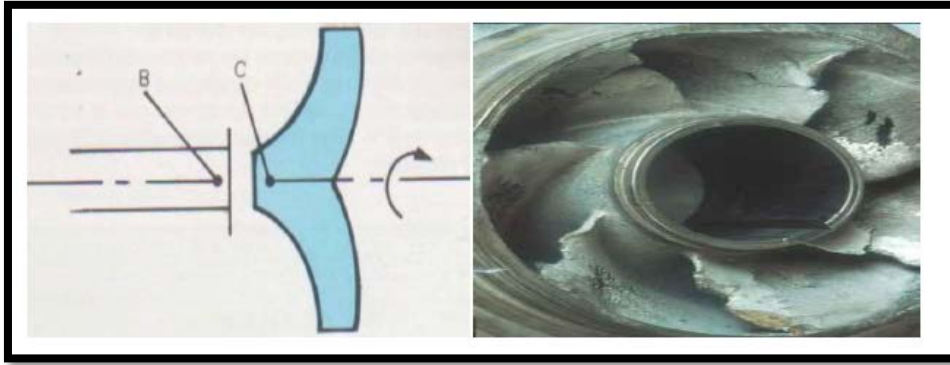


Figure I.18 : Entrée de la roue d'une pompe centrifuge.[2]

5. N.P.S.H

Le N.P.S.H. (Net Positive Suction Head) que l'on peut traduire par charge nette d'aspiration, et qui, s'exprime comme suit :

L'utilisateur doit donner au constructeur le N.P.S.H. dont il peut disposer : ce sera, par définition, la valeur de la pression absolue diminuée de la tension de vapeur pour la température de liquide, pression mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration de la pompe et qui résultera des dispositions qui l'aura arrêtée pour l'aspiration. C'est le N.P.S.H disponible (N.P.S.H_d). [8]

Aspiration en charge :
$$N.P.S.H_d = \frac{P}{\omega} + H_a - (J_a + h_v) \dots \dots \dots (I.3)$$

Aspiration en dépression :
$$N.P.S.H_d = \frac{P}{\omega} + H_a - (J_a + h_v) \dots \dots \dots (I.4)$$

H_a : Hauteur d'aspiration

J_a : Perte de charge à l'aspiration

$\frac{P}{\omega}$: Pression en mètre colonne d'eau au plan d'aspiration.

H_v : Tension de vapeur de fluide pompée à la température considéré en mètre.

-Par analogie avec la définition du N.P.S.H_d le N.P.S.H. connu du constructeur pour la pompe qu'il offre à son client s'appelle le N.P.S.H. requis (N.P.S.H_r) et se mesure au même point, c'est-à-dire à la bride d'aspiration.

5.1. Mesure de (N.P.S.H_r)

Les normes et codes d'essai permettent de définir le N.P.S.H_r comme la valeur qui limite la chute de hauteur manométrique à un certain pourcentage. Généralement, on admet le

N.P.S.H_r correspond à une chute de 3 % de la hauteur manométrique l'essai étant effectué à débit constant. [8].

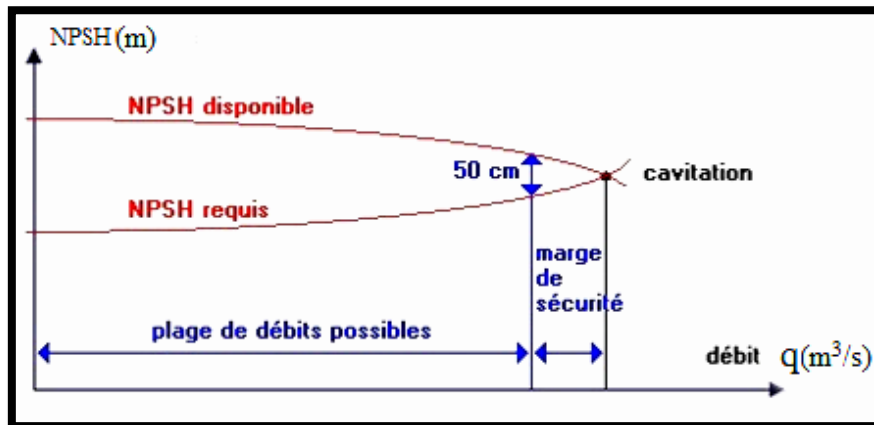


Figure I.19 : Courbe d'évolution de N.P.S.H en fonction du débit.[2]

En conclusion pour éviter la cavitation on doit avoir :

$$NPSH_{requis} < NPSH_{disponible}$$

6. Montage des pompes

6.1 Montage en série

Dans ce cas, le refoulement d'une pompe arrive à l'ouïe d'aspiration de la pompe suivante, et pour un débit donné, hauteur d'élévation totale est égale à la somme des hauteurs d'élévation de chaque groupe. [8]

$$Q_v = Q_{v1} = 0 \dots \dots \dots (I.5)$$

$$H_1 + H_2 = H \dots \dots \dots (I.6)$$

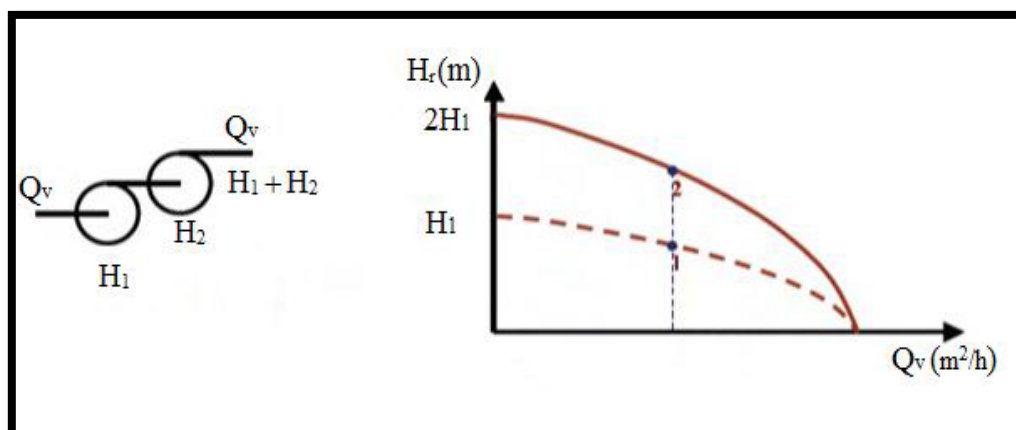


Figure I.20 : Fonctionnement en série de deux pompes centrifuges identiques.[2]

6.2. Montage en parallèle

Dans ce cas, chaque refoulement individuel aboutit sur un collecteur général commun et, pour une hauteur d'élévation donnée, le débit de l'ensemble est égal à la somme des débits de chaque groupe [8].

$$Q_v = Q_{v1} + Q_{v2} \dots \dots \dots (I.6)$$

$$H_1 + H_2 = H. \dots \dots \dots (I.7)$$

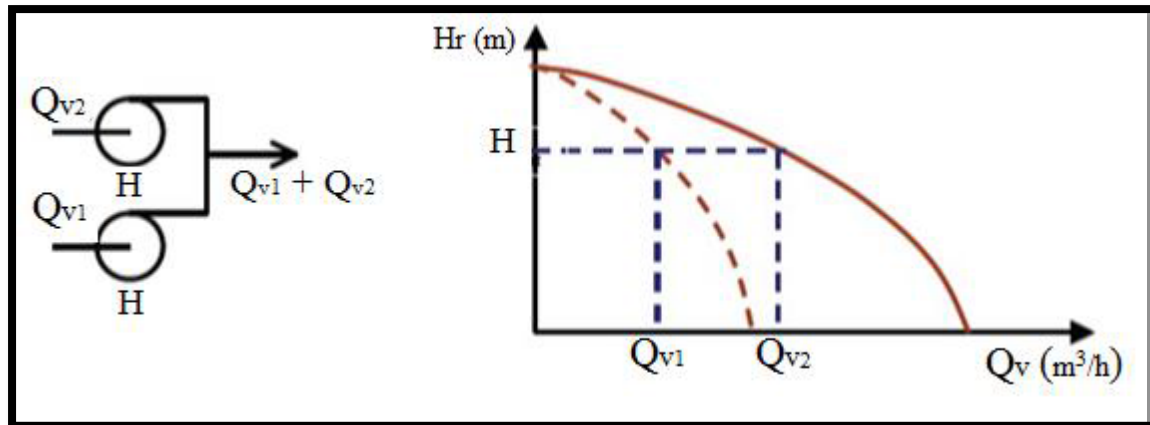


Figure I.21: Fonctionnement en parallèle de deux types centrifuges identiques. [2]

7. Généralité sur les stations de pompage

Une station de pompage est une station servant à pomper l'eau ou plus généralement un fluide, tel que le pétrole par exemple. Elle peut être utilisée pour plusieurs applications telles que l'approvisionnement en eau des canaux, le drainage des terres basses, et l'élimination des eaux usées vers le site de transformation. Les stations de pompage 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.

Suivant le cas on distingue :

- Un poste de relèvement : il 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 : il 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 (I-22) 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 appareillage 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. [9]

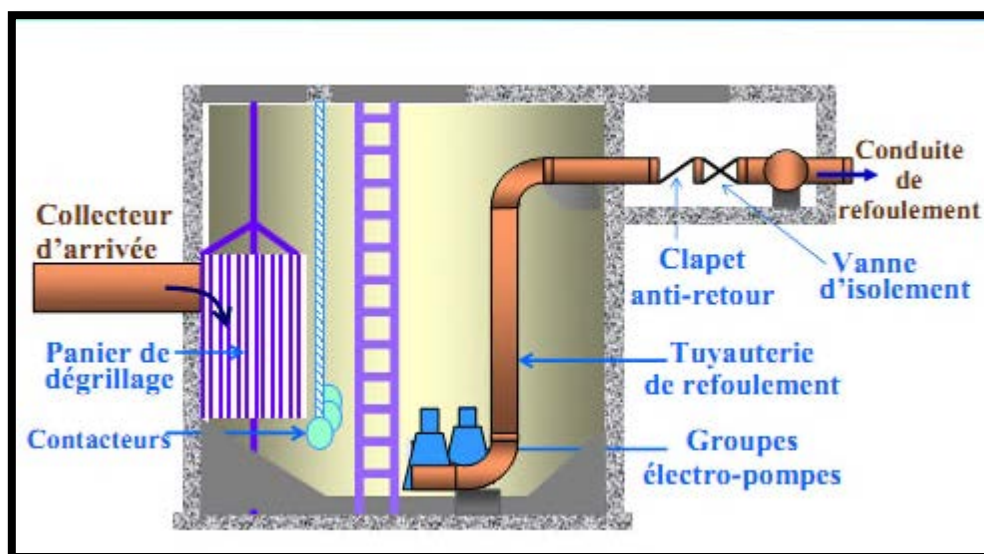


Figure I.22 : Eléments constitutifs des stations de relevage. [9]

7.1. Rôle des stations de pompage en assainissement

En général, dans un réseau d'assainissement on essaie de faire véhiculer les eaux usées gravitairement, si éventuellement la topographie et la nature du terrain le permettent. Parfois cette solution devient difficile à cause de certaines contraintes topographique et géotechniques (exemples : terrains accidentés ou trop plats, terrains très rocheux, etc...).

Donc pour éviter de caler le réseau à des profondeurs excessives, on fait recours à des stations de pompage (refoulement ou relèvement, selon le cas).

Les stations de pompage permettent d'élever le niveau des eaux usées d'un point à un autre en vue de leur déversement dans des ouvrages tels que regards de visite ou autres ouvrages spéciaux. [10]

7.2. Les types de stations de pompage

Les types de stations de pompage sont en général classées en fonction :

- Des différents types de pompes (principalement hélices et centrifuge).
- De la disposition des groupes ou des pompes (verticale, horizontale, immergée, à sec).

On peut citer deux types de stations, station à cale sèche et station immergée

7.2.1. Station à cale sèche

Dans une station à cale sèche, la chambre des pompes et la bêche humide (ou puisard) sont séparées.

Le choix de ce type de station doit résulter d'une étude d'ordre fonctionnel, à savoir :

- L'accessibilité,
- L'entretien des groupes de pompage (pompe et moteur)

Les pompes peuvent être à axe horizontal ou vertical.

7.2.2. Station immergée

Dans une station immergée, la bêche (ou puisard) et la chambre des pompes sont confondues, c'est-à-dire les pompes sont placées directement dans la bêche.

Le choix de ce type de station doit résulter d'une étude d'ordre économique, à savoir :

- Coût de génie civil
- Coût des de l'ensemble des équipements
- Frais d'exploitation (entretien, énergie électrique, ...)

Les pompes peuvent être à axe horizontal ou vertical. [10]

7.3. Différence entre un poste de refoulement et un poste de relèvement

Un poste de refoulement est un poste qui consiste à relever l'eau et la refouler jusqu'à une certaine distance pour être déversée dans un ouvrage. La distance de refoulement peut être importante et peut atteindre quelques kilomètres.

Tandis qu'un poste de relèvement (ou relevage) est un poste qui consiste à relever l'eau jusqu'à un certain point pour être déversée gravitairement après. [10]

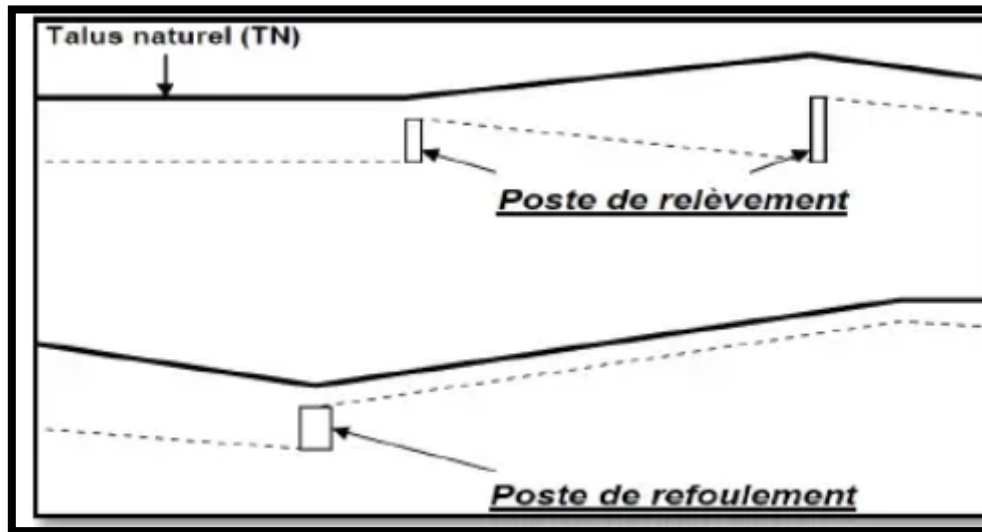


Figure I.5 : Poste de refoulement et pose de relèvement. [10]

7.4. Composition des stations de pompage

Généralement une station de pompage des eaux usées se compose de :

7.4.1 Partie Génie civil

- Un puisard (ou bêche), coulé sur place ou préfabriqué,
- Chambre des vannes
- Ouvrage abritant le dégrilleur
- Ouvrages annexes et aménagements divers (regards, locaux techniques, clôture, aire de manœuvre, espace vert, ...)

7.4.2. Partie Equipement

- Système de dégrillage (manuel ou automatique).
- Une ou plusieurs pompes.
- Les conduites d'aspiration.
- Des appareils de robinetterie (vannes d'isolement, clapets anti-retours,)
- Des appareils pour la mesure débits (débitmètre électromagnétique).
- Un dispositif de fonctionnement automatique (automate programmable, poires de niveau, etc...)

- Un dispositif d'homogénéisation, mélangeur, vanne de brassage ou compresseur de débouillage)
- Appareils de protection éventuelle contre les coups de bélier (ballon anti-bélier)
- Pièces spéciales et accessoires de raccordement (coudes, tés, manchettes de traversées, cônes de réduction, joints de montage,)
- Système de levage, d'accès et d'entretien (portique avec palan, échelles de descente, ...)
- Equipement électrique (alimentation électrique, poste transformateur éventuel, armoire électrique et de commande, éclairage, etc...). [10]

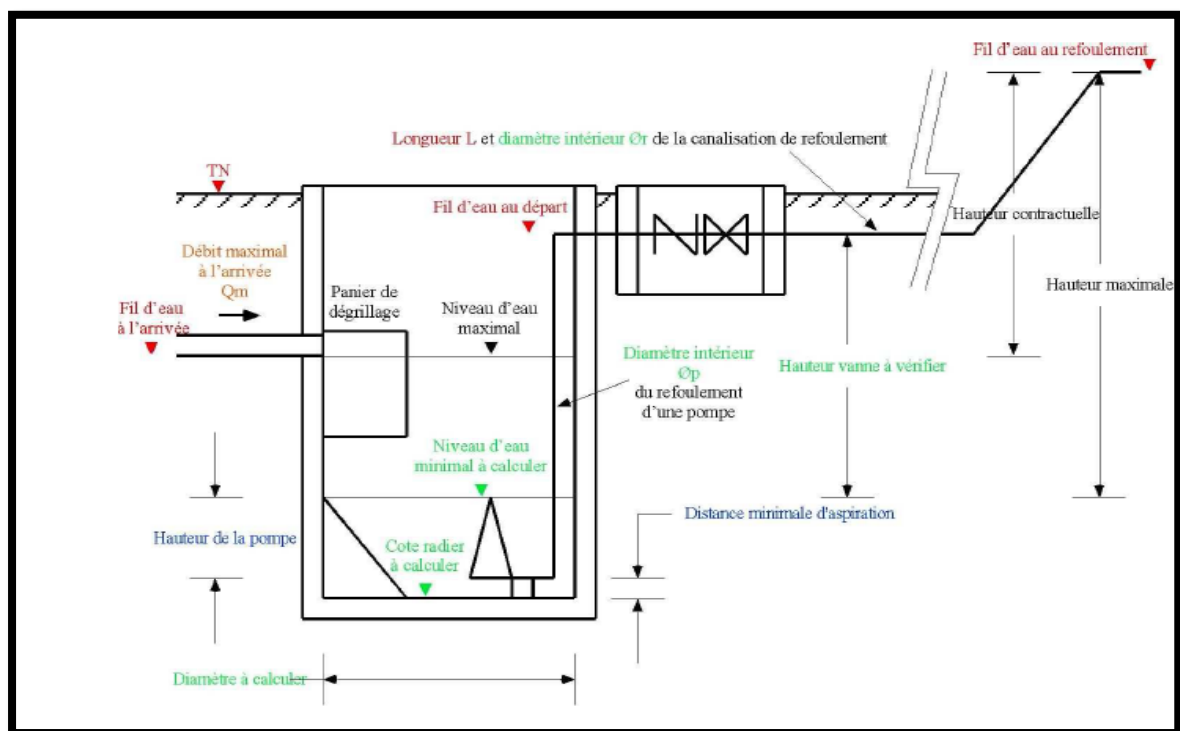


Figure I.24 : Exemple de schéma d'une station de pompage. [10]

7.5. Processus de fonctionnement de la station de pompage

Après la collection des eaux usées et leur transport à travers des pipelines, elles vont directement aux stations de pompage pour être pompées vers d'autres stations. Lorsque les eaux usées pénètrent dans la station de pompage, le grand déchet est éliminé par le dégrilleur. Afin de protéger les pompes contre les forts débits d'eau usée, ils sont installés deux demi-mur devant le dégrilleur pour casser ces forts débits.

Le fonctionnement des pompes est commandé de toute façon par l'automate programmable industriel en utilisant les capteurs de niveau et les détecteurs de

température et d'humidité pour avoir les états de procédé et donnant des commandes vers les contacteurs des moteurs des pompes.

Et après les pompes il y a des clapet anti- retour et vannes de sectionnement pour aussi les protéger contre le débit de retour. A la fin de circuit de procédé de la station il y a un capteur de débit pour mesurer le débit de sortie. [11]

7.6. Schémas et règles d'installation

En vue d'éviter de graves accidents de fonctionnement tels que cavitation, désamorçage, etc...., il convient lors de la conception ou de la réalisation des installations (tuyauterie, chambres d'aspiration, disposition des groupes), d'observer un certain nombre de règles ou de principes.

La figure (I.25) suivante et sa légende inventorient l'ensemble des équipements devant s'installer à l'aspiration et au refoulement des pompes centrifuges. Il a été retenu le cas d'une pompe fonctionnant en aspiration, cas qui nécessite le plus d'attention dans le choix des équipements et de leurs caractéristiques. [12]

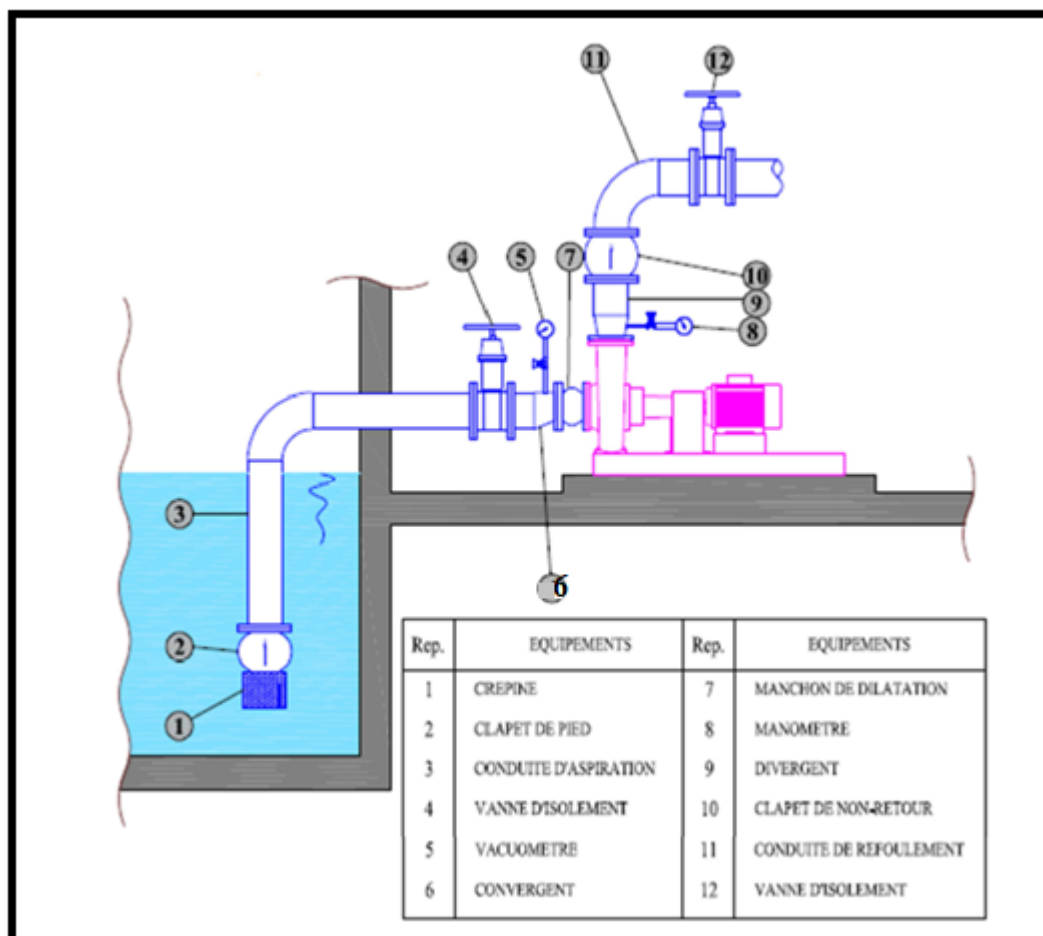


Figure I.25 : Schéma d'installation. [11]

En règle générale, il faut :

▪ **Pour les pompes centrifuges**

Eviter les points hauts sur la canalisation d'aspiration ; l'air qui s'y accumulerait entraînerait le désamorçage de la pompe. Raccorder la pompe à la conduite d'aspiration par des tronçons convergents à génératrice supérieure horizontale et des coudes à fort rayon. Ce dernier point est à considérer surtout pour les pompes à double entrée.

▪ **Pour les pompes hélices**

Il est nécessaire que la roue et la tulipe de la pompe soient non seulement immergées mais noyées sous une hauteur d'eau suffisante dont la valeur est à obtenir du constructeur.

▪ **Vitesses admissibles dans les conduites**

A titre indicatif, les vitesses couramment admissibles sont :

1. Conduites d'aspiration :

$$\phi \leq 250 \text{ mm} \quad v = 1,0 \text{ à } 1,2 \text{ m/s}$$

$$\phi > 250 \text{ mm} \quad v = 1,2 \text{ à } 1,6 \text{ m/s}$$

2. Conduites de refoulement :

$$\phi \leq 250 \text{ mm} \quad v = 1,5 \text{ à } 2,0 \text{ m/s}$$

$$\phi > 250 \text{ mm} \quad v = 2,0 \text{ à } 2,5 \text{ m/s}$$

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évoqué les types de pompes d'une façon bien détaillée, ensuite nous avons parlé en générale des différents types de pompage.

Et en fin, on a souligné les conditions du choix de l'emplacement des stations de pompage.

Chapitre II

Généralité sur les réseaux d'assainissement

1. Introduction

La vie humaine, la vie animale, l'activité industrielle, sont à l'origine de la production de déchets qui, en cas de concentration excessive et mal maîtrisée, peut mettre en cause la santé des individus. Il faut supprimer ces causes d'insalubrité et pour cela :

- Éloigner rapidement et sans stagnation tous les déchets susceptibles de produire des putréfactions et des odeurs ;
- Prendre toutes les dispositions pour éviter que les produits évacués n'entraînent de contamination, de pollution et de perturbation du milieu constituant leur destination finale (en particulier les sols, les nappes phréatiques, les cours d'eau, les lacs, les mers, etc.).

L'assainissement a donc pour but d'assurer la collecte, le transport et si besoin, la rétention des eaux pluviales et des eaux usées et de procéder à leur prétraitement puis à leur traitement avant rejet dans le milieu naturel. Les techniques utilisées doivent être compatibles avec les exigences qu'impose le respect de la santé publique et de l'environnement. Il apparaît que les fonctions dévolues à l'assainissement sont nombreuses. Par ailleurs, la nature et l'importance des équipements à mettre en œuvre pour assurer ces fonctions sont variables.

2. Rappel historique de l'assainissement

Les relations entre la gestion des eaux de surface et l'aménagement de l'espace en milieu urbain sont liés à une technique urbaine particulière : l'assainissement.

Les relations entre l'eau et la ville sont complexes et anciennes. Leur compréhension nécessite une analyse historique du développement des villes, et en particulier une analyse de l'évolution des techniques utilisées pour assainir la ville.

L'homme a depuis l'origine de l'habitat, imaginé différentes techniques susceptibles de lui permettre de mieux maîtriser son environnement. L'assainissement urbain, compris au sens large (assainir = rendre sain) constitue l'une de ces techniques.

Les problèmes posés par l'évacuation des eaux usées sont aussi anciens que les villes. Il est donc naturel que des solutions aient été trouvées, à toutes les époques et sous toutes les conditions :

- Dans la ville de Mohenjo-Daro au nord-ouest de l'Inde, qui est représentative de l'une des premières civilisations urbaines qui soient apparues sur notre planète, les archéologues ont dégagé des canalisations conduisant à des bassins, dont tout laisse à penser qu'ils servaient à stocker les eaux de pluie.

- Les fouilles de la ville de Fostat en Egypte ont permis de découvrir des fosses d'aisance dans les maisons, leur contenu était probablement vendu aux maraîchers comme fumier.
- A Byzance, les habitations étaient munies de latrines et dans la capitale, les égouts faisaient l'objet d'une réglementation leur imposant d'aboutir à la mer.
- Les rues de la ville Maya de Palenque étaient équipées d'un égout et d'un caniveau d'écoulement.
- Au temps de la monarchie à Rome, Tarquin l'ancien fils a construit, deux siècles avant le premier aqueduc, « Cloaca Maxima » dont la fonction première était de drainer la vallée du Tibre. Au fil du temps, il se transforma en grand égout, usage pour lequel il est demeuré célèbre.
- En dehors du fait que l'égout est indissociable de l'utilisation de l'eau courante en ville, ces premiers pas du réseau d'assainissement montrent déjà clairement une de ses principales caractéristiques : la multiplicité et la transformation, dans la durée, de ses fonctions.
- En Europe, au Moyen Age les systèmes d'évacuation des eaux sales, mis au point par les romains ne sont pas oubliés, plus simplement, ils ne sont pas utilisés car les villes n'ont pas les ressources nécessaires pour les entretenir. A la campagne ou dans les petites ville les techniques utilisées sont les puits perdus en terrain perméable situés derrière les maisons.
- Dans les grandes villes la plupart des maisons n'ont pas de fosse d'aisance et la technique utilisée est celle du « tout à la rue ». Les petits ruisseaux servent d'égouts à ciel ouvert aussi bien pour les eaux usées que pour les eaux pluviales. A cette époque, les rejets humains ne sont pas exclus de la vie urbaine, comme ils le seront plus tard, car ils sont utilisés. [13]

3. Le choix de système d'assainissement

Le choix de tel ou tel système, de telle ou telle configuration de réseau, doit prendre en considération les objectifs suivants :

- Evacuer le plus rapidement possible les eaux usées urbaines vers la station afin de faciliter leur traitement.
- Tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération.
- Respecter la qualité des rejets dans le milieu naturel.
- Tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations, etc.
- Tenir compte des conditions d'exploitation qui peuvent être rendues difficiles, par exemple, par le choix d'une pente insuffisante.[14]

4. Les différents types d'assainissement [13]

Il existe deux types d'assainissement pour les particuliers : l'assainissement collectif (tout-à-l'égout) et l'assainissement individuel, également appelé assainissement non collectif. L'application de l'un ou l'autre système dépend du zonage d'assainissement appliqué à la parcelle concernée

Il y a aussi un autre type d'assainissement moins fréquent ; il s'agit de l'assainissement semi collectif.

4.1. L'assainissement non collectif

C'est l'assainissement des eaux usées qui ne sont pas raccordées au réseau public des eaux usées. On trouve généralement ce mode d'assainissement (fosses septiques par exemple) en milieu rural, car il est adapté aux habitations isolées. Défectueuses, ces installations peuvent constituer un risque pour la santé ou l'environnement. C'est pourquoi elles doivent être entretenues et contrôlées régulièrement par le service public d'eau et d'assainissement et faire l'objet, si nécessaire, de travaux.

4.2. L'assainissement collectif

L'assainissement collectif désigne le système d'assainissement dans lequel les eaux usées sont collectées et acheminées vers une station d'épuration pour y être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Ce type d'assainissement comprend les réseaux de collecte et les équipements de traitement (la station d'épuration).

4.3. L'assainissement semi-collectif

Encore appelé système à petits diamètres, le système d'assainissement semi collectif est une technologie d'évacuation d'excrétas qui donne beaucoup d'avantages mais reste encore peu connus dans nos pays. Dans ce système, les eaux domestiques passent d'abord dans les fosses septiques étanches d'interception où les composés organiques subissent une fermentation anaérobie qui les transforme en boue et les particules solides se décantent sous l'action de la gravité. Le filtrat obtenu est exempté de tout déchet solide et est évacué dans le réseau d'égout mis en place à l'occasion pour gagner l'exutoire. Cependant compte tenue de la petitesse des diamètres de la canalisation, l'introduction accidentelle de particules solides dans le réseau peut engendrer des obstructions de conduites et causer un dysfonctionnement total de tout le système mis en place.

5. Définition de la structure physique du réseau d'assainissement

Le modèle du réseau d'assainissement qui est actuellement utilisé dans le monde, consiste en un ensemble de conduites, liées entre elles, parcourant sous terre les zones urbanisées et communiquant avec la surface par des ouvrages tels que les branchements, les avaloirs et les bouches. Les branchements assurent la liaison du réseau avec la surface bâtie (logements privés, manufactures), tandis que les avaloirs et les bouches donnent issue à la surface libre. Cet ensemble de conduites communique avec le milieu naturel par les déversoirs d'orage et les exutoires.

D'autre ouvrage, s'interposant entre les différents types de canalisations (secondaire, primaire, émissaire), font aussi partie du réseau d'assainissement, tels que les regards de visite et d'accès, les stations de pompage, les bassins de retenue et de décantation, et les stations d'épuration. Elle est la structure actuelle d'un réseau d'assainissement qui est dimensionnée, et qui est résulté des principes définissant son mode de fonctionnement et ses fonctions (écoulement gravitaire, évacuation des eaux immédiate sans stagnation, épuration avant rejet dans l'exutoire). Les effluents transportés par le réseau, de par leur caractéristiques (débit, composition) déterminant la forme de l'emplacement des ouvrages qui le composent. [15]

6. Le fonctionnement du réseau [15]

6.1. La fonction

Du réseau d'assainissement urbain consiste à recueillir les effluents produits dans la ville et à les transporter vers la station d'épuration et, après le traitement (pour les eaux usées), à les déverser dans le milieu naturel ; c'est-à-dire dans le réseau hydrographique de surface (ruisseaux, rivières, fleuves, mer), le sol et les nappes souterraines (cas d'épandage souterrain, de bassin et de puits d'infiltration).

6.2. L'objet

Après utilisation dans la cuisine, la salle de bains, les WC, l'eau est évacuée par des canalisations adaptées, alors que les réseaux d'assainissement est constitué par les effluents urbains qui comprennent.

6.2.1. Les eaux pluviales ou de ruissellement

Sont des eaux provenant du ruissellement de l'eau de pluie les longs toits, des murs, des cours, des trottoirs, ...

6.2.2. Les eaux domestiques

Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergent, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc., et en les eaux des vannes : il s'agit des rejets des toilettes chargé de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

6.2.3. Les eaux industrielles ayant ou non subi un prétraitement

Sont des eaux usées issues d'une activité industrielle ou commerciale, et sont chargées des matières organiques, azotées ou phosphorées, et en plus contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. [16]

7. Le mode de fonctionnement du réseau

Le transport des eaux par la technique du réseau se fait, en général, par voie gravitaire (une certaine pente des collecteurs est donc nécessaire). L'eau est utilisée pour la propagation des matières solides (ce qui présuppose l'utilisation de W.C. à chasse d'eau pour l'évacuation des excréta). Cependant des stations de relèvement ou de refoulement sont souvent mises en place dans des cas spéciaux (terrains plats, terrains accidentés). Aussi, des réseaux sous pression ou à dépression sont utilisés dans des cas de terrains très plats et difficiles à assainir. [15]

8. Le rôle du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement constitue une pratique d'assainissement des villes. Les finalités associées à cet ouvrage sont donc déterminées par les « besoins en assainissement » de chaque époque, qui évoluent dans le temps suivant les mutations depuis sa naissance, le réseau d'égouts joue trois rôles

- ❖ La lutte contre les inondations.
- ❖ La protection de la santé publique.
- ❖ La protection de l'environnement. [15]

9. Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement

Généralement il existe deux types de système :

9.1. Systèmes Principaux

Les systèmes d'évacuation sont composés principalement de conduites à écoulement à surface libre, de canaux et fossés, et accessoires de poste de pompage pour refouler les eaux vers les collecteurs.

Habituellement, on considère trois catégories de systèmes d'évacuation, soit :

9.1.1. 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. [17]

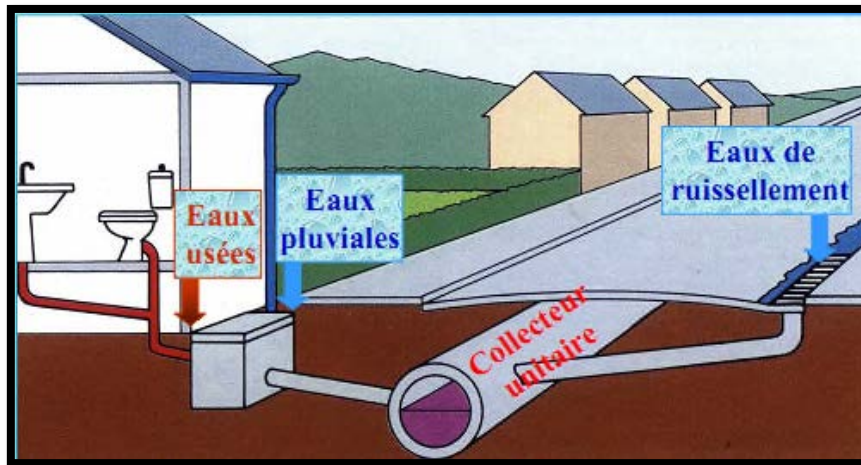


Figure II.1 : Système d'assainissement unitaire.[39]

9.1.2. Système séparatif

Ce système comprend deux réseaux : un réseau pluvial et un réseau pour les eaux usées. Dans ce cas, les immeubles doivent disposer d'un double système d'évacuation, l'un destiné à l'écoulement des eaux de toitures, l'autre à celui des eaux usées proprement dites.

Ce système est plus favorable si la population est dispersée et lorsque les eaux de ruissellement peuvent être évacuées dans une large mesure, par voie superficielle.

L'inconvénient de ce système est qu'en milieu rural les eaux de ruissellement des voiries sont fortement polluées, on a un risque de contamination des cours d'eau et aussi le coût de réalisation est très élevé. [18]

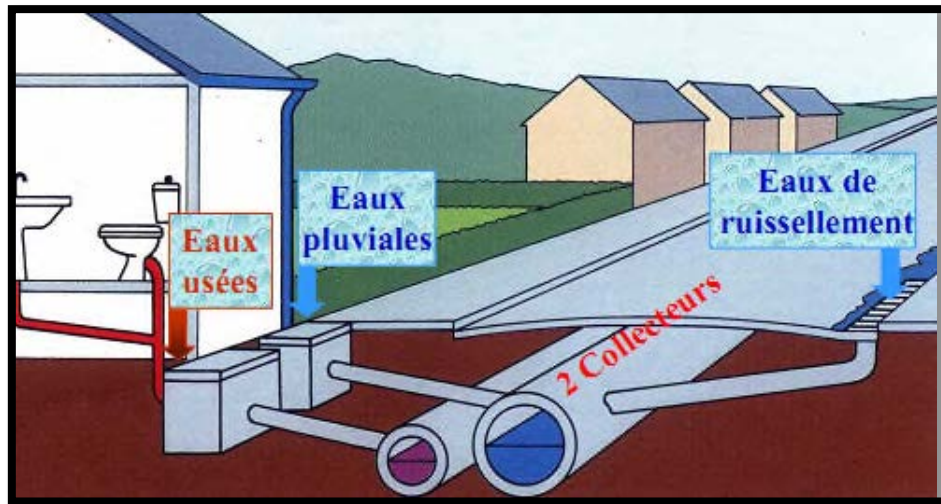


Figure II.2 : Système d'assainissement séparatif. [39]

9.1.3. Système mixte

Ce type de réseau est réalisé selon les zones d'habitation en partie, en système unitaire et en partie en système séparatif.

9.2. Systèmes secondaires

9.2.1. Système pseudo séparatif

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

- Les apports des 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,). [19]

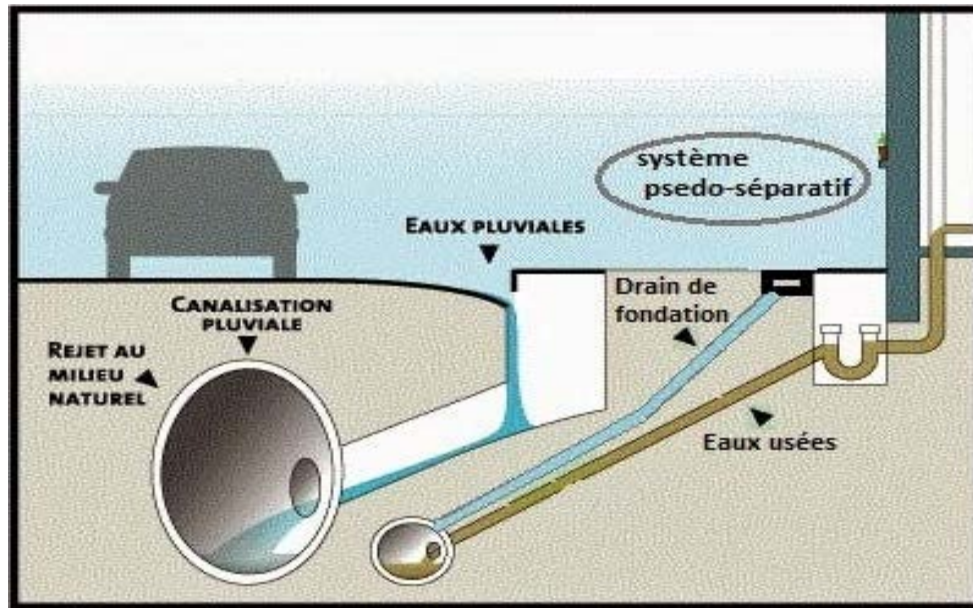


Figure II.3 : Système pseudo séparatif. [39]

9.2.2. Système composite

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau des eaux usées en vue de leur traitement. [18]

9.3. Avantages et inconvénients des systèmes d'évacuation

Les avantages et les inconvénients des systèmes d'évacuation sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Avantages et inconvénients des systèmes d'évacuation. [13]

Système	Avantages	Inconvénient
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Conception simple : un seul collecteur, un seul branchement par immeuble. - Encombrement réduit du sous-sol. - A priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales). - Aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités. - L'auto-curage est assuré. - Pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit à la station d'épuration très variable. - Lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales. - Apport de sable important à la station d'épuration. - Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche. - Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. - Exploitation plus facile de la station d'épuration. - Meilleure préservation de l'environnement des flux polluants domestiques. - Coût de fonctionnement qui est faible sur la Step. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrement important du sous-sol. - Coût d'investissement élevé. - Risque important d'erreur de branchement. - Problème de dépôt et le manque d'auto curage pour le réseau d'EU.
Pseudo Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de collecter les eaux de petite pluie - Remédier au problème d'encrassement - L'auto-curage est assuré. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrement du sous-sol - Coût pour deux réseaux - Problème de faux branchement

10. Schémas du réseau [20]

10.1. Types de schéma du réseau

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

10.1.1. Schéma perpendiculaire

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales.

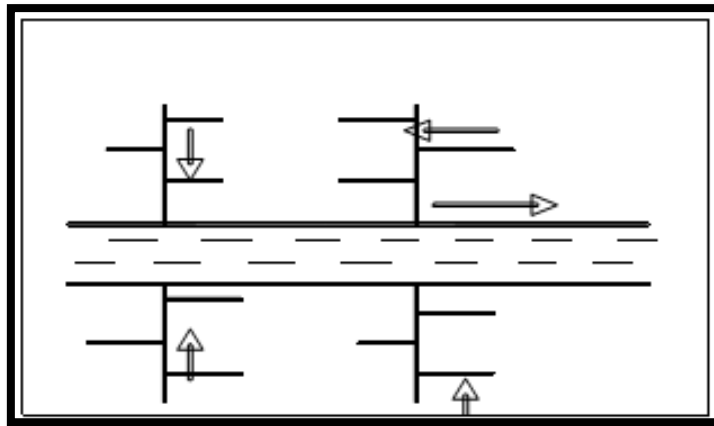


Figure II.4 : Schéma perpendiculaire. [20]

10.1.2. Schéma à déplacement latéral

On adopte ce type de schéma quand il y a obligation de traitement des eaux usées, ou toutes les eaux sont acheminées vers un seul point dans la mesure du possible.

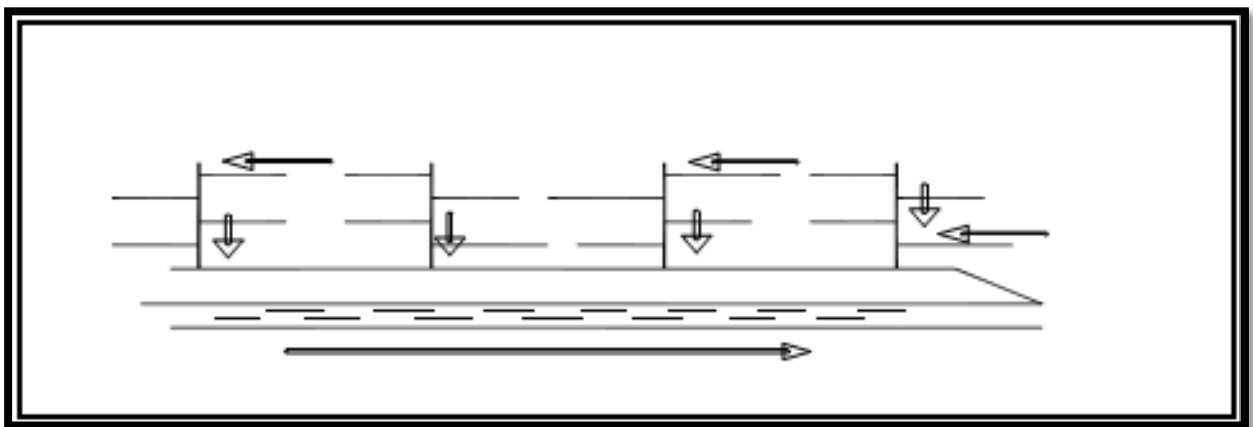


Figure II.5 : Schéma à déplacement latéral. [20]

10.1.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce schéma est tracé pour augmenter la pente du collecteur quand celle de la rivière n'est pas suffisante afin de profiter de la pente du terrain vers la rivière.

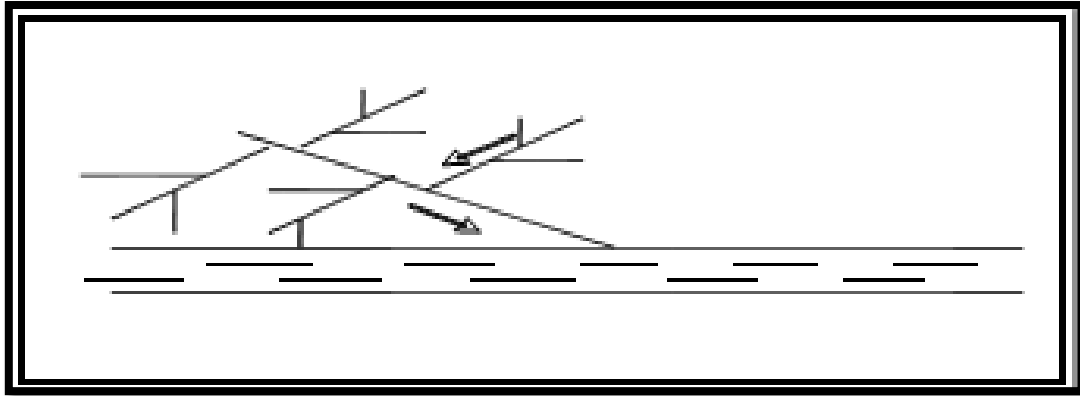


Figure II.6 : Schéma à collecteur transversal ou oblique. [20]

10.1.4. Schéma à collecteur étagé

Lorsqu'on veut éviter de rendre notre réseau en charge, et lorsque notre agglomération est étendue et notre pente est assez faible, il est nécessaire d'effectuer l'assainissement à plusieurs niveaux.

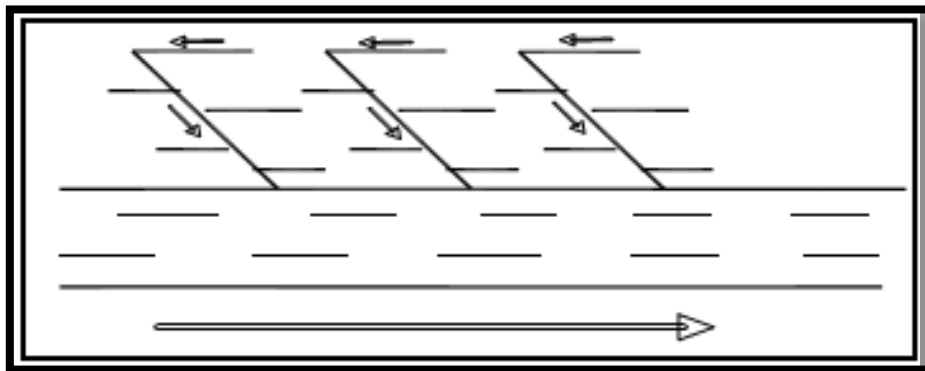


Figure II.7 : Schéma à collecteur étagé. [20]

10.1.5. Schéma type radial

Si notre agglomération est sur un terrain plat, il faut donner une pente aux collecteurs en faisant varier la profondeur de la tranchée, vers un bassin de collecte par la suite un relevage est nécessaire au niveau ou à partir du bassin vers la station d'épuration.

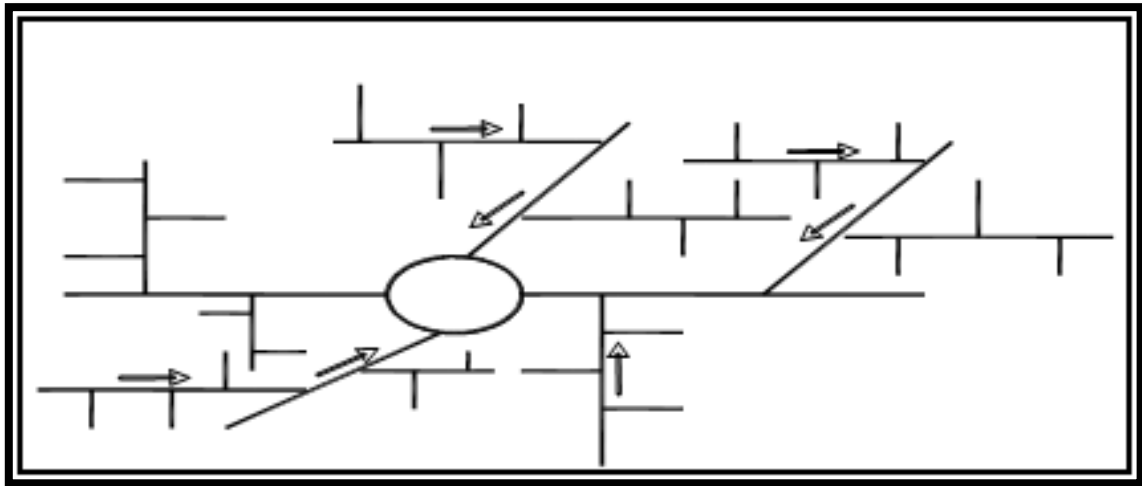


Figure II.8 : Schéma type radial. [20]

10.2. Choix du schéma du réseau d'évacuation

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

- Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitants à desservir.
- Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- Les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.[13]

11. Les ouvrages du réseau d'assainissement

Les ouvrages en matière d'assainissement comprennent :

11.1. Les Ouvrages Principaux

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

11.1.1. Canalisation

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dites diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre. [18]

i. Les types de canalisations

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leur matériau et leur destination.

A) Conduites en béton armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation). Les tuyaux comportent deux séries d'armatures : La première est formée des barres droites appelées génératrices. La deuxième est formée des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 150 mm. La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2 m. [18]

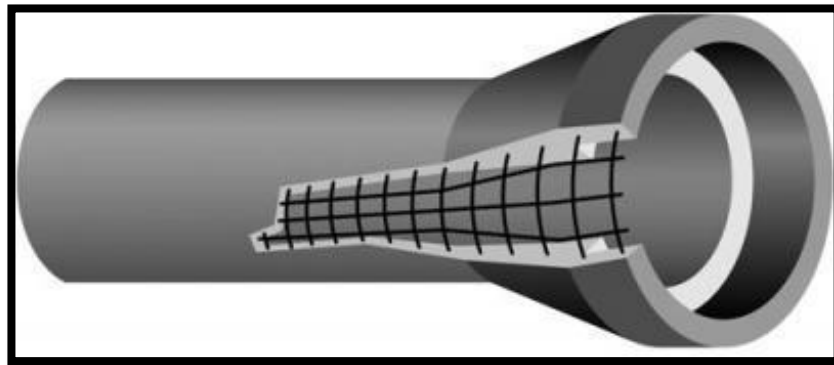


Figure II.9 : Conduite en béton armé. [13]

B) Conduites en béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50 m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante. Elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables. [13]



Figure II.10 : Conduite en béton non-armé. [13]

C) Conduites en amiante – ciment

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau. Ce genre se fabrique en 2 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. [18]



Figure II.11 : Conduite en amiante-ciment. [18]

D) Conduites en fonte ductile

Les tuyaux en fonte ductile (DN jusqu'à 2000 mm) offrent la garantie d'une étanchéité absolue rendant impossible l'infiltration des eaux phréatiques dans la conduite. Ces tuyaux sont en mesure de supporter des charges importantes dues à la profondeur de la fouille ou au trafic routier. Solide, étanche, et de longue durée de vie.

En assainissement, la fonte ductile est un gage de sécurité. [13]



Figure II.12 : Conduite en fonte ductile. [13]

E) Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié

Les tuyaux sont sensibles à l'effet de température au-dessous de 0°C. Ils présentent une certaine sensibilité aux chocs. L'influence de la dilatation est spécialement importante et il doit en être tenu compte au moment de la pose. La longueur minimale est 6 m. [13]



Figure II.13 : Conduites en chlorure de polyvinyle (P.V.C) non plastifié. [13]

F) Les conduites ovoïdes

Ceux sont des conduites de forme parabolique évasées, fermées à leur partie supérieure. Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement aussi constante que possible quel que soit le débit. Un autre intérêt de cette forme de conduites est de permettre un accès relativement facile au réseau.

Certaines conduites possèdent des cuvettes uniquement (sorte de canaux à petite section) d'autres de section plus importante possèdent des cuvettes et banquettes.

Généralement les conduites ovoïdes remplacent le profil circulaire quand celui-ci dépasse 800 mm de diamètres (problème d'auto-curage). la longueur utile de ces conduites est au minimum de 1 m, et peuvent être présentés soit en béton armé ou en béton non armé. [13]



Figure II.14 : Les conduites ovoïdes. [13]

ii. 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 sol traversé.
- La nature chimique des eaux usées.
- Efforts extérieurs dus au remblai. [13]

11.1.2. Les joints

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

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

A) Joint type Rocla

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres.

B) Joint à demi-emboîtement

Avec cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a risque de suintement si la pression est trop élevée. Il est à éviter pour les terrains à forte pente.

C) Joint à collet

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

On a autres types de joint : Joint torique, Joint plastique matière plastique. [21]

11.2. Les Ouvrages annexes

11.2.1. Les Ouvrages de collecte en surface

Les ouvrages de collecte en surface sont destinés, en général, aux eaux pluviales. On en distingue deux catégories : les ouvrages de collecte et de transport tels que les fossés, gargouilles, caniveaux ; les ouvrages d'engouffrement, en tête et sur le cours du réseau principal tels que les bouches, avaloirs, grilles.

A) Fossés

Les fossés sont destinés à la recueille des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique. [18]

B) Les caniveaux

Les caniveaux sont destinés à la recueille des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout. [18]



Figure II.15 : Les caniveaux. [39]

C) 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 d'égout à proximité immédiate.

Par contre, lorsqu'un tel égout sera construit, on aura intérêt à supprimer ces gargouilles et à raccorder les eaux pluviales qu'elles recueillient à l'ouvrage public. [13]



Figure II.16 : Exemple de gargouille en PVC avec une grille incorporé. [39]

11.2.2. Boîtes de branchements

Les boîtes de branchements qui sont en fait des mini-regards, qui permettent le raccordement des canalisations intérieures collectant les eaux vannes et ménagères avec le branchement au réseau (figure II.17) De même, en ce qui concerne les boîtes de pied de chute d'eaux pluviales. Ces boîtes de branchement assurent également un accès de contrôle et d'évacuation.

On appelle généralement boîte de branchement le regard borgne sur le réseau de collecte non visitable qui reçoit un branchement d'immeuble.

Les techniques précédentes conduisaient à des ouvrages de toutes dimensions, avec accordement en cunette, culotte, boîte hermétique, siphon disconnecteur...de toute nature, le plus souvent coulés en place, et jointoiment au mortier de ciment. Les techniques actuelles visent à une standardisation de ces ouvrages et à l'utilisation plus importante d'éléments constitutifs industrialisés à joints souples. [22]

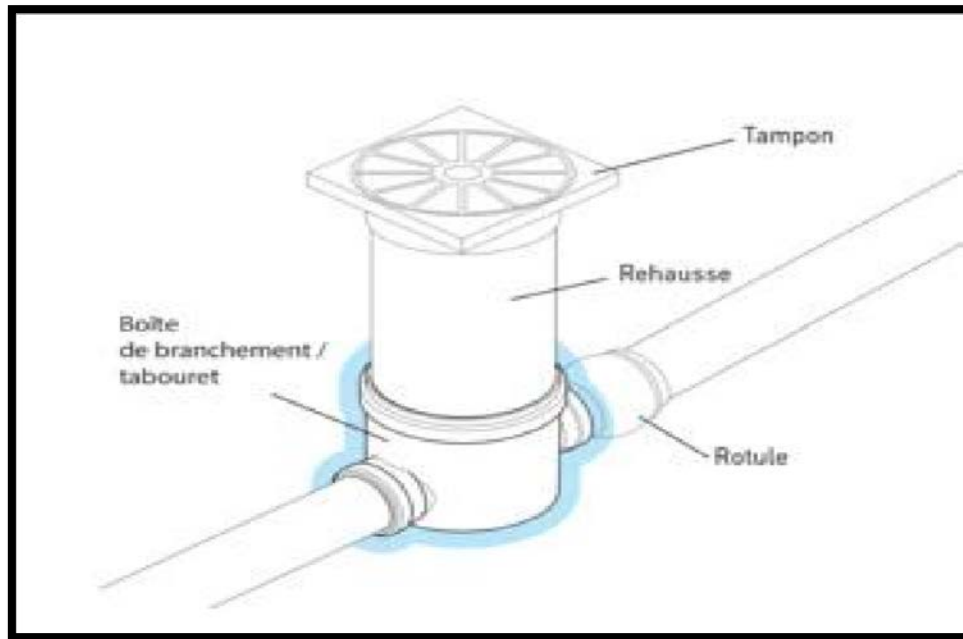


Figure II.17 : Boîte de branchement des eaux usées.

11.2.3. Les regards

Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau, ils comportent en partie supérieure, un dispositif de fermeture constitué d'un cadre et d'un tampon.

Différents types de regards. On peut citer :

A) Regards de visite

Pour pouvoir effectuer l'entretien et le curage régulier des canalisations, on prévoit les regards de visite assez rapprochés qui permettent l'accès à l'ouvrage, l'installation d'appareil de ramonage et d'extraction. La cuvette à un diamètre égale à celui de collecteur, c'est le type de regard le plus fréquemment construit.

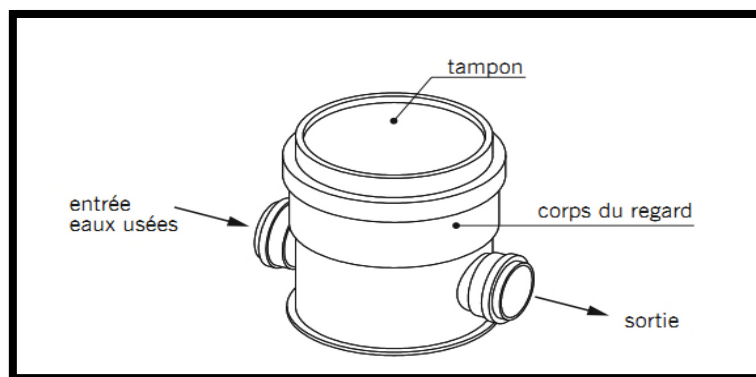


Figure II.18 : Regard de visite. [39]

B) Regards de jonction

Dessiner à éviter le raccordement à angle droit d'une canalisation latérale pour favoriser les écoulements en diminuant les pertes de charge. Il sert à tenir deux conduites de même ou de différents diamètres.

C) Regards de chasse

Ceux-ci jouent le rôle des réservoirs périodiques. Ils envoient un volume d'eau important dans la canalisation pour entraîner tous les éléments qui sont disposés et qui risquent d'obturés la conduite lorsque la pente d'écoulement n'est pas suffisante

D) Regards de chute

Les regards de chute sont très utilisés dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils servent à créer un décrochement dans le profil on long du collecteur de tronçon et à éviter les grandes excavations, donc les grandes profondeurs d'ouvrage, ceci en respectant les pentes motrices. On distingue deux types de chute :

- La chute verticale profonde.
- La chute Toboggan. [22]

11.2.4. Bouches d'engouffrement

Les bouches d'engouffrement sont destinées exclusivement à collecter les eaux en surface. Elles sont généralement disposées aux points bas des aires revêtues (parkings, espaces minéralisés) ou réparties sur les tronçons de voiries ou aux carrefours. En bordure, elles sont placées soit sous les trottoirs si celles-ci ont des dimensions suffisantes, soit sous les caniveaux et bords de chaussée dans le cas contraire. Elles peuvent être classées selon deux critères principaux : la manière de recueillir les eaux et la manière dont les matières sont retenues.

La classification en deux groupes principaux, adoptée dans le fascicule 70 relatif aux travaux d'assainissement, est à prendre en compte. [22]

11.2.5. Passage en siphon

Le passage en siphon se réalise dans le cas de franchissement d'obstacles : cours d'eau, routes ou voies ferrées encaissées avec des puits verticaux ou inclinés ou mixtes. [22]

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

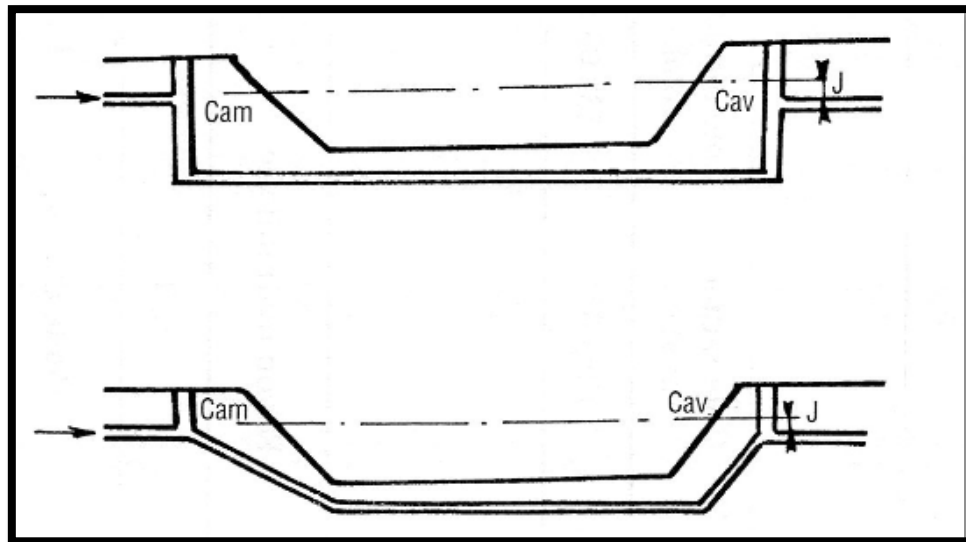


Figure II.19 : Schéma de passage en siphon. [39]

11.2.6. Déversoirs d'orages

Les déversoirs d'orages sont destinés à évacuer, en cas d'orages, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs. Ces ouvrages acheminent directement les eaux vers le milieu naturel. En outre, la station d'épuration ne peut accepter qu'un débit d'eau concentré équivalent aux maximums de 3 à 4 fois par temps sec.

Un déversoir est par conséquent, un ouvrage conçu à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eau pluviale de façon à réagir sur l'économie des projets en réduisant les dimensions du réseau aval. On distingue plusieurs types des déversoirs :

- Les déversoirs à seuil latéral.
- Les déversoirs à seuil frontal.
- Les déversoirs avec ouverture du fond.
- Les déversoirs siphonoïdes.
- Les déversoirs automatiques. [22]

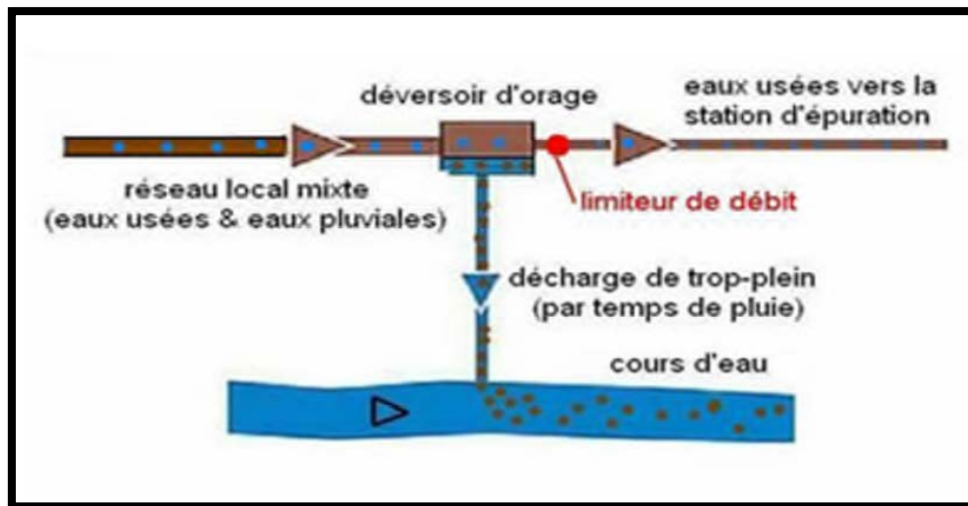


Figure II.20 : Représentation schématique d'un déversoir d'orage. [13]

11.2.7. Ouvrages de stockage : [22]

A) Bassin d'orage ou bassin de pollution

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif de limiter les rejets en polluants dans le milieu récepteur. Il répond à un objectif de qualité du milieu récepteur.

B) Bassin de retenue

Ouvrage intercalé sur le réseau ayant pour objectif d'empêcher en cas de forte pluie le débordement du réseau et les inondations des propriétés riveraines. Il répond à un objectif purement hydraulique.

11.2.8. Stations de pompages/relevage

Les stations de pompage 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.

Une bache de stockage temporaire ou de reprise des effluents, équipée, normalement, 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 hydroélectriques.

Un ensemble hydroélectrique constitué d'une ou de plusieurs motopompes, immergées ou non, des tuyauteries et appareillages nécessaires à l'exhaure des effluents. [22]

12. Conclusion

L'assainissement urbain est intimement lié d'une part à l'hygiène publique sous sa conception la plus large, et d'autre part aux conceptions modernes de l'urbanisme. Pour notre présente étude, vue l'importance de l'assainissement, il est évident que l'assainissement collectif est la meilleure technique.

On a étudié les différents types et schémas d'assainissement ainsi que la conception des réseaux d'assainissement dans ce chapitre.

La réalisation des systèmes d'assainissement a une très grande importance pour sauvegarder et préserver l'environnement contre toute pollution, et pour une meilleure gestion de ces réseaux, il est indispensable d'utiliser des outils d'aide à la décision tels que le système d'information géographique.

Chapitre III

Présentation de la commune de Chetouane

1. Caractéristique générale de la commune

1.1. Situation géographique

La commune de Chetouane se situe à 3 km au nord-est de la ville de Tlemcen couvrant une superficie de 4611 ha et partageant la même zone industrielle avec Tlemcen. Son relief est assez diversifié, composé de monticules boisés au Sud-Est, des terres agricoles au Sud et à l'Ouest, et des communes rocheuses et accidentées au Nord.

Elle est constituée des localités suivantes : Ouzidan, Ain El hout, Ain defla, saf-saf – Medigue, Sidi Aissa. (ADE)

Elle est limitée :

- ✓ Au Nord : Secteur non urbanisable.
- ✓ Au Sud : La rocade.
- ✓ A l'Est : Flanc nord, université, logements.
- ✓ A l'Ouest : Chaabat el Horra.

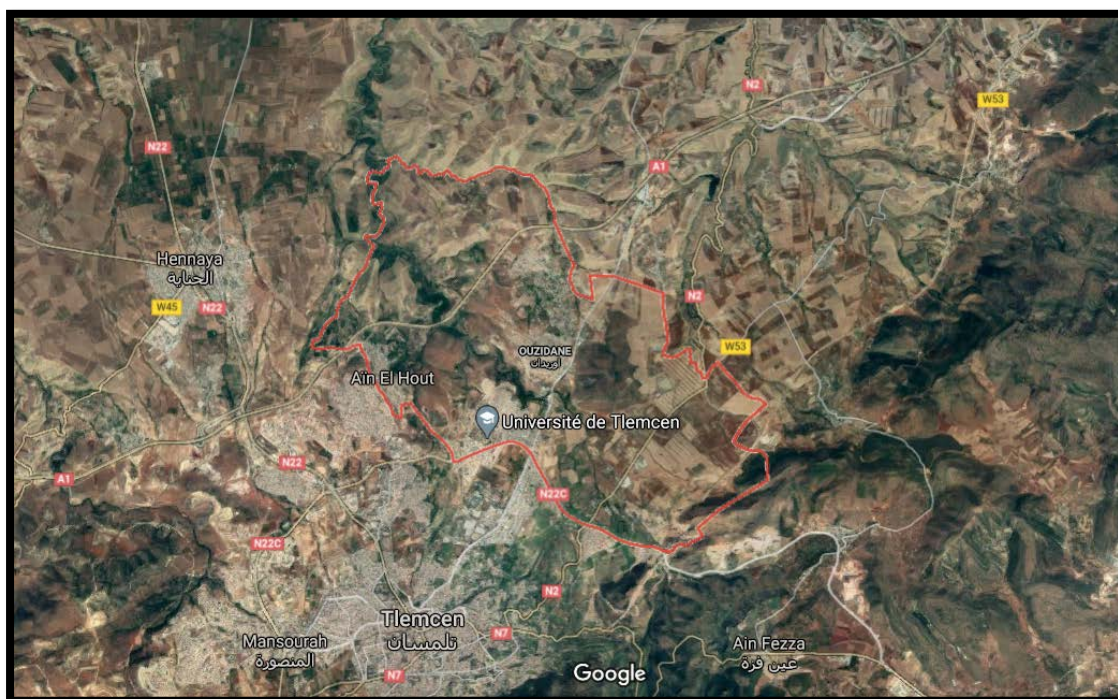


Figure III.1: Situation géographique de la commune Chetouane.

Cette commune fait partie de la Daïra du même nom (Daïra de Chetouane) englobant les communes de Chetouane, Aïn Fezza et Amieur. Les communes limitrophes de Chetouane sont montrées en figure III.2.


Aïn Youcef	Amieur	Amieur
Hennaya		AïnFezza
Tlemcen	Tlemcen	AïnFezza

Figure III.2 : Communes limitrophes de Chetouane .[23]

1.2. Situation topographique

La topographie du groupement urbain de Tlemcen est constituée essentiellement d'un terrain accidenté avec des altitudes variant de 600 à 1100 m avec des dénivelées importantes ce qui crée des étages d'altitude de 100 à 500 m). L'occupation du sol est à dominance urbaine.

L'espace bâti du groupement urbain de Tlemcen se confond presque avec les limites communales, il occupe près de 5200 ha soit 47% de la superficie totale. [23]

1.3. Situation géologique

Selon la carte des formations géologiques (figure III.3) dressée dans le cadre de la révision du PDAU urbain des quatre communes suscitées, le site d'étude est constitué de marnes et de grès helvétiques. Ils sont assez répandus au niveau du groupement et occupent une grande partie de la plaine de Chetouane et Saf-Saf .

Cette formation est constituée d'une épaisse série de marnes à texture très fine et coulante en surface, au sein de laquelle de nombreux bancs décimétriques de grès friables jaunes. Leur puissance peut atteindre les 100 mètres.

Toute construction nouvelle doit faire l'objet dans chaque cas, d'une étude géotechnique approfondi. [21]

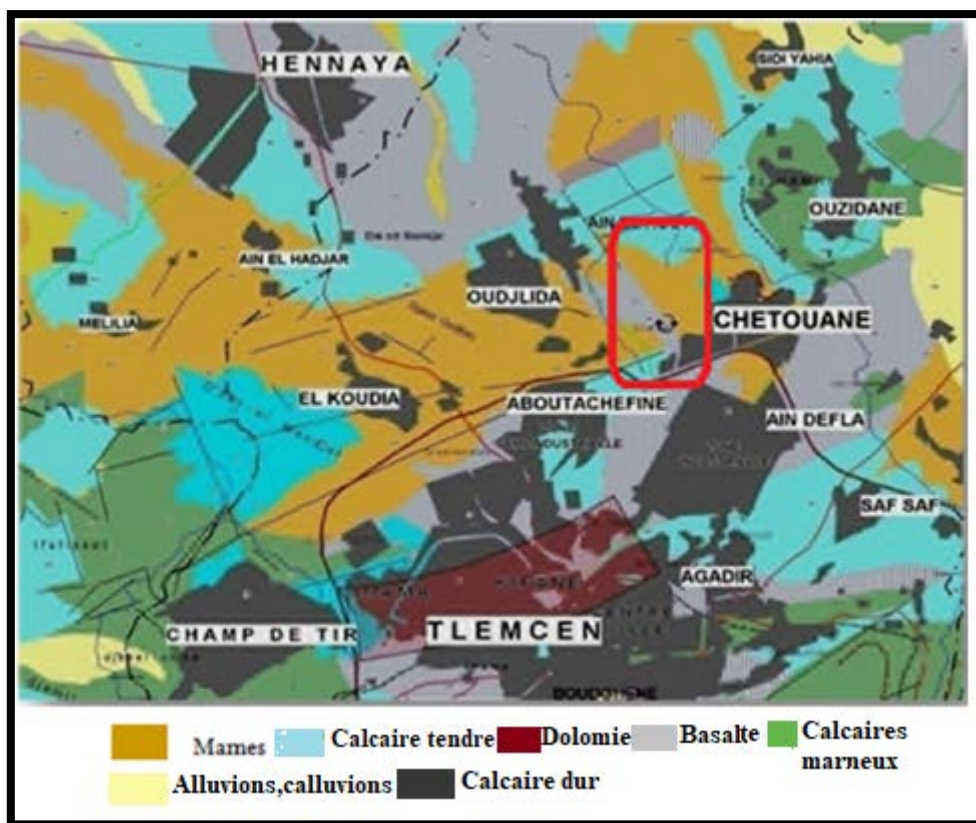


Figure III.3 : Carte géologique faisant ressortir la constitution du sol de Chetouane.[21]

1.4. Différents types de sol [24]

La notion de sol est un concept scientifique qui permet de prendre conscience de certaines propriétés du milieu. Le rôle de la pédologie dans une étude, nous permet de différencier les unités pédologiques homogènes et d'établir les aptitudes des sols aux cultures. Les différents sols caractérisant la wilaya de Tlemcen sont les suivants :

1.4.1. Les sols marron des steppes de climat chaud (sols iso humiques)

Ils ont une teinte rougeâtre qui transparaît sous l'incorporation profonde de matière organique.

Ces sols sont moins polymérisés que les autres sols iso humiques, ce qui paraît dû à des phases d'hydromorphie hivernale moins complètes et moins marquées, le profil est riche en oxyde de fer plus ou moins déshydraté qui lui confère la nuance rouge qui lui est propre.

Enfin, la dynamique du calcaire est particulière et elle est à l'origine de la formation d'horizons calcaires indures dites croûtes calcaires.

1.4.2. Les sols fersiallitiques

Ils sont caractérisés par la dominance des argiles riches en silices de types illite ou montmorillonite. Ce sont des sols forestiers caractéristiques des régions méditerranéennes humides.

L'évolution de l'argile et du fer, confère à ces sols une teinte rouge spécifique.

1.4.3. Les régosols

Constituent un groupe de sols peu évolués d'érosion qui se sont formés sous différents climats sur roche mère non consolidée (roche mère tendre). Dans les zones steppiques algériennes, ces sols sont caractérisés par une petite couche de matière organique souvent absente sur des pentes trop fortes.

1.4.4. Les lithosols

Ils sont très répandus, surtout dans le versant méridional des monts de Tlemcen.

1.5. Situation hydrogéologique [25]

Deux grandes formations géologiques conditionnent le comportement du substrat du groupement en matière de construction. En effet, cet espace diversifié constitue la zone de contact entre les formations géologiques assez tendres au nord constituées par les marnes du bassin marin du miocène et des formations beaucoup plus résistantes au Sud représentées par les calcaires et les dolomies jurassiques des monts de Tlemcen. Le contact entre ces formations se situe justement au niveau du groupement ce qui explique notamment la complexité de sa géologie et ses implications sur l'urbanisation d'une manière générale

1.5.1. Les tufs calcaires

Ils sont développés auprès des grandes sources qui émergent des dolomies et calcaires du kimméridgien notamment au niveau d'El Kalaa et plateau Lalla Setti.

1.5.2. Eboulis et dépôts

Ils sont constitués le plus souvent par les éléments désagrégations des dolomies et calcaires du kimméridgien. Ils sont le plus souvent répandus aux piémonts immédiats des monts de Tlemcen.

1.5.3. Alluvions

Ce sont des matériaux grossiers, caillouteux, limoneux. On les rencontre dans les fonds de vallées du groupement et des dépôts de ruissellement.

1.5.4. Les travertins

Ils constituent des puissants dépôts disposés en terrasses et s'avancant en hautes falaises notamment au niveau du plateau de Lalla Setti. Leur épaisseur peut dépasser les 60 mètres. Ces dépôts proviennent de la dissolution interne des massifs calcaires dolomitique, témoignent de l'importance des résurgences.

1.5.5. Les grés tortoniens

Ce sont des grés fissurés jaunes avec par endroit de minces passées marneuses. Les grés sont assez durs, mal limités. Localement ce tortonien peut avoir des faciès différents représentés par des agriles plus ou moins sableux, ce qui explique la complexité géologique de la ville de Tlemcen. Et c'est justement au niveau de ces smectites ou argiles gonflantes par excellence, qu'un grand nombre de désordre géotechnique de la ville sont enregistré, dues aux tassements et aux retraits. Gonflement surtout pendant les dernières décennies de sécheresse, l'épaisseur de cette formation varie de 20 à 30 mètres.

1.5.6. Les marnes et grés helvétiques

Ils sont assez répandus au niveau du groupement puisqu'ils occupent une grande partie de Chetouane et Saf-Saf, la zone nord de la Zhun (zone d'habitat urbain nouvelle) champ de tir (cite des sinistres, 500 logements...) et la zone ouest limitant la Zhun d'Elkifan jusqu'à la rocade.

Cette formation est constituée d'une épaisse série de marnes à texture très fine et coulante en surface.

1.5.7. Les marno calcaires de « Raourai (Kimméridgien)

Il s'agit d'alternance de marnes grises verdâtres ou blanchâtres et de calcaire marneux durs. En fait c'est une formation plutôt calcaire que marneuse. Son épaisseur est en moyenne de 40m.

1.5.8. Les dolomies de Tlemcen kimméridgien

Elles sont assez largement répandues dans le groupement puisqu'elles affleurent au Djebel Tifatisset, Ain el Houtz et Oudjlida. Il s'agit de dolomies grossières dures,

- Il existe un autre cours d'eau à la limite ouest de ville de Tlemcen ; oued Makhoukh drainant les eaux de la commune Mansourah. [26]

1.7. Climatologie de la région

Tout comme la wilaya de Tlemcen, dans son ensemble, le chef-lieu Chetouane jouit aussi d'un climat méditerranéen subissant l'influence continentale. La saison d'été est très chaude et sèche, allant de juin à septembre. Les contrastes de température sont très exagérés à cause des terrains rocheux qui favorisent l'échauffement diurne et le rayonnement nocturne. En hiver, le climat est humide et très froid.

Sur le plan pluviométrique, les monts de Tlemcen reçoivent chaque année les plus importantes précipitations dans l'ouest algérien, ce qui leur permet d'assurer l'alimentation en eau potable d'un certain nombre de ville de la région. Par contre les précipitations diminuent quand on se dirige vers le Sud.[27]

1.7.1. Précipitations

Les précipitations représentent la quantité d'eau tombée évaluée par an dite la tranche ou la lame pluviométrique. Ce sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps.

Les valeurs mensuelles des précipitations sont portées sur le tableau en annexe I alors que les variations des moyennes mensuelles des précipitations traduites dans la figure (III.5). (ANRH)

L'examen du tableau I permet de retenir l'irrégularité des précipitations d'une année à une autre et d'un mois à un autre. Avec un écart de 246mm, l'année 2005 présente un minimum de 182,6mm alors qu'un maximum atteignant 428,5mm est enregistré en 2008. La moyenne des quatorze dernières années est de 342,68mm/an. La plus grande concentration des pluies est généralement notée entre les mois d'octobre et mars (Figure III.5).

La saison d'hiver d'octobre à avril est la plus arrosée dont le mois le plus pluvieux est celui de novembre, avec une moyenne pluviométrique de 46,97mm. Alors que la saison d'été de mai à septembre est la moins arrosée dont le mois le plus sec est celui de juillet. Le mois de septembre affiche une moyenne pluviométrique de 26,31 en raison de l'importante quantité de pluies tombées en 2009 (91,9mm).

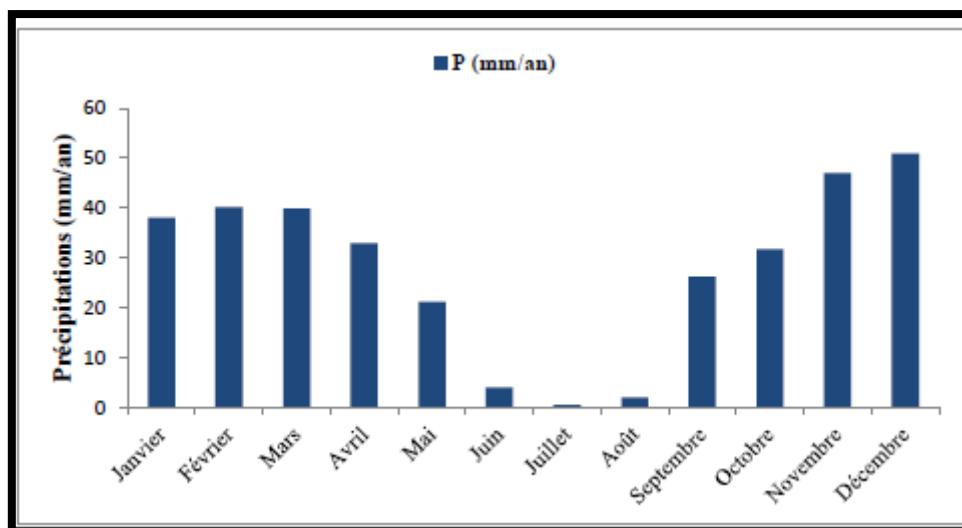


Figure III.5 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de la période 2005-2018.

P : Précipitations mensuelles.

1.7.2. Température

La température moyenne annuelle enregistrée au niveau de la station de Tlemcen est de 16.5°C. Le mois le plus chaud est celui d'Aout avec une moyenne de 25.0°C, le mois le plus froid est celui de Janvier avec une moyenne de 9.4°C.

Dans la figure III.6 et le tableau III.1 suivants, nous donnons la moyenne des températures mensuelles enregistrées au niveau de la station de Tlemcen.

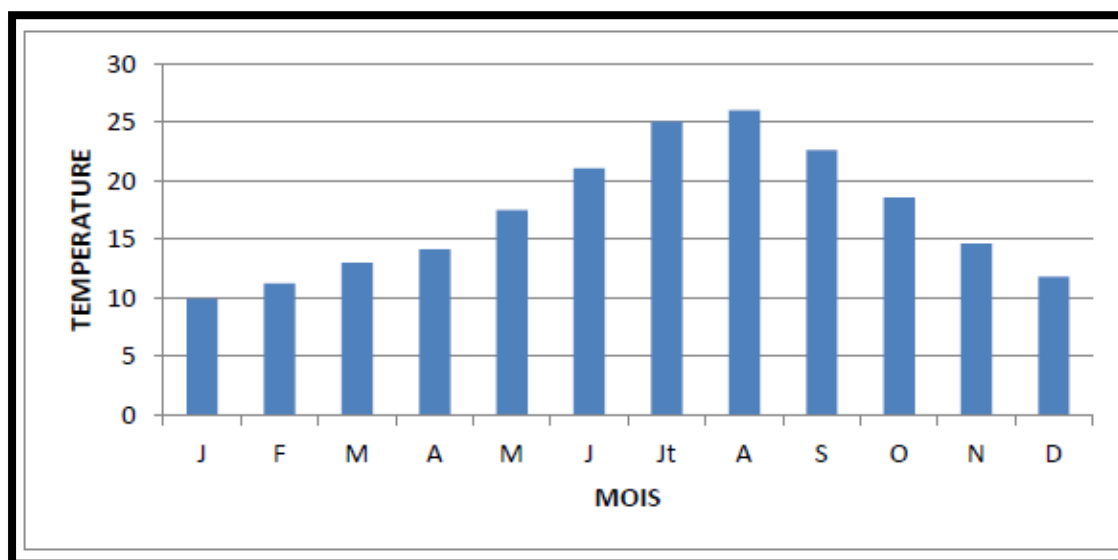


Figure III.6 : Répartition mensuelle de la température de la station Hennaya (1990-2018).(ANRH)

Tableau III.1 : Moyenne des températures mensuelles. (ANRH)

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Total
T(°C)	9.87	11.2	12.96	14.11	17.45	21.03	25	25.99	22.56	18.51	14.62	11.73	17.09

1.7.3. Humidité

Il est rappelé que l'humidité est en réalité mesurée en fonction de la température de l'air sec conjointement avec celle fournie par le thermomètre mouillé (psychromètre) dont la valeur n'est pas obtenue sans difficulté de dépouillement.

L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée respectivement à environ 69% dans les territoires à l'intérieur du bassin et 67% à proximité des côtes (Tableau III.2). [25]

Tableau III.2 : Répartition de l'humidité moyenne en % de la station de Tlemcen.[25]

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	AN
Station de TLEMCCEN	71	72	75	68	66	60	60	56	63	69	77	73	67
Moyenne trimestrielle à Tlemcen (%)	72			64			59			73			
Saison	Hiver			Printemps			Eté			Automne			

1.7.4. Les vents

La vitesse et la fréquence des directions des vents enregistrées au niveau de la station de référence indiquent que la vitesse moyenne annuelle est de 8,39 Km/h. La vitesse maximale est 11,7 km/h, enregistrée en Janvier alors que la vitesse minimale est de 6,5 km/h (Août). [34]

Tableau III.3 : Moyenne de la vitesse du vent.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
V(Km/h)	11.7	6.9	9.1	8.3	8.0	7.8	8.5	6.9	6.5	8.5	8.2	10.3	8.39

ONM/2015-Aéroport de Zénata

Les vents violents sont surtout ceux de direction Nord-Ouest. Quant aux vents du Sud, ils ont une importance relativement faible dans la zone d'étude, du fait de la présence de la barrière naturelle, formée par les Monts de Tlemcen.

2. Situation démographique actuelle

2.1. Evolution de la population

Pour sécuriser la couverture des besoins en eaux, il est nécessaire d'estimer la croissance démographique et de connaître l'évolution de la consommation par habitant. Les projections d'augmentation de la population tiennent compte de deux scénarios : la croissance faible et la croissance élevée.

Pour notre étude, nous utilisons les données de la direction de la planification de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen (D.P.A.T) de l'année 2013. Ces données correspondent à un scénario de croissance démographique faible.

La détermination de l'évolution de la population aux différentes années est calculée d'après la formule de TABASSARAN (III.1) :

$$P_n = P_0 \cdot \left(1 + \frac{t}{100}\right)^n \quad (\text{III.1})$$

Où :

P_n : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude.

P_0 : Nombre d'habitants à l'année de référence.

t: Taux d'accroissement démographique.

n: La différence en nombre d'années entre l'horizon d'étude et l'année de référence

Les données de base

- Estimation de la population 2013.
- Le taux d'accroissement 3,1.
- L'horizon d'études à long-terme : 2030

Dans cette étude nous adoptons et $P_0 = 56570$ habitants, valeurs estimées d'après les statistiques de l'année 2013. L'estimation de la population de Chetouane basée sur l'équation (III.1) pour les années 2013, 2015, 2017, 2019, 2025 et 2030 est donnée dans le tableau (III.4) suivants :

Tableau III.4 : Evolution de nombre d'habitants à différents termes de la commune de Chetouane.

Année	2013	2015	2017	2019	2025	2030
Population (hab)	56570	60132	63918	67942	81600	95057

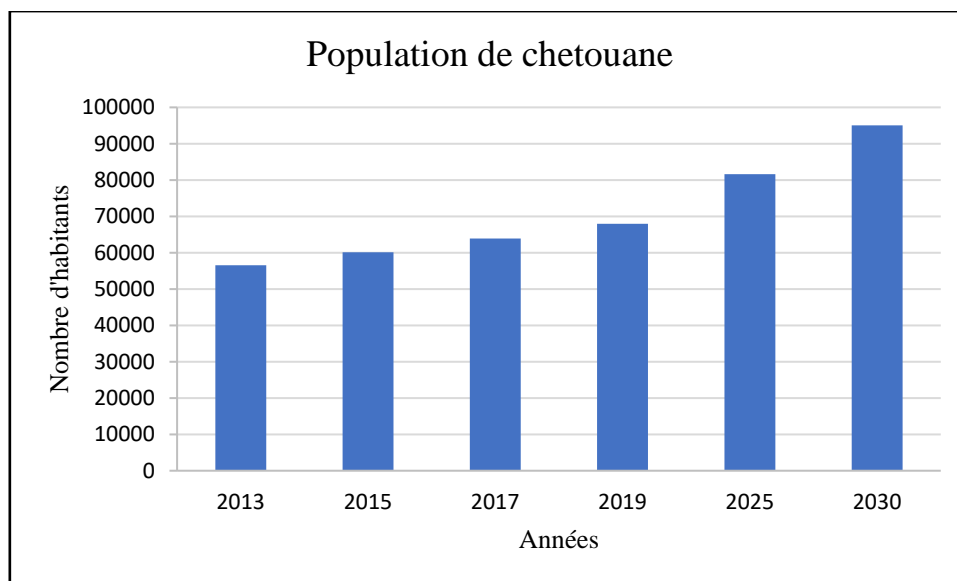


Figure III.7 : Histogramme de croissance de la population de Chetouane.

3. Situation hydraulique

L'approvisionnement en eau potable de la commune de Chetouane est assuré à partir de deux catégories des ressources : les eaux souterraines et eaux de dessalement.

3.1. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent une part importante du cycle de l'eau et donc, participent à l'équilibre naturel. Elles constituent également une formidable ressource renouvelable exploitée pour l'approvisionnement en eau de la population de l'industrie et l'agriculture.

Les eaux souterraines de Chetouane sont exploitées par la source Ain Bendou située à 1.3 km au nord-est de SafSaf à une altitude de 850 met les cinq forages donnés en tableau (III.5).

Tableau III.5 : Productions des eaux souterraines de la zone de Chetouane

Nom du forage	Débit (l/s)	Production (m ³ /mois)	Destination	Etat
Chetouane 1	11	21762	Chetouane	Exploité
Safsaf2	23	58220	Chetouane	Exploité
Safsaf3	23	/	Chetouane	Exploité
Chetouane 3	24	37324	Koudia	Exploité
Chetouane 2	18	3257	Chetouane	Exploité
Ain Bendou	20	40176	Une partie de Chetouane	Exploité

3.2. Le dessalement de l'eau de mer

La situation actuelle de l'alimentation en eau potable et de l'irrigation dans la wilaya de Tlemcen reste difficile : Répartition inégale des ressources et de la distribution, risques majeurs de déficits importants en cas de sécheresse prolongée, irrigation limitée, ... Cette situation devrait s'améliorer dans le futur. Les contraintes rencontrées sont liées à :

- La pluviométrie et son caractère aléatoire ;
- Le déséquilibre existant entre les ressources en eau au niveau de la wilaya.
- La récurrence du phénomène de la sécheresse dans le temps et l'espace.
- La pollution et à la qualité des ressources en eau.
- La surexploitation des eaux souterraines.

En effet, ces contraintes ont conduit les autorités publiques à être prudents au regard de toutes ces incertitudes et les ont amenés à redéfinir une stratégie d'eau basée sur la nécessité de recourir à une autre ressource en eau (dessalement de l'eau de mer) pour affranchir ces contraintes en particulier celle du climat.

La wilaya de Tlemcen a eu le privilège d'avoir deux grandes stations de dessalement de l'eau de mer, la première au niveau de la daïra de Bab Al Assa et exactement au niveau de la commune de Souk Tlata et la deuxième au niveau de la daïra de Honaine. En effet, ces contraintes ont conduit les autorités publiques à être prudents au regard de toutes ces incertitudes et les ont amenés à redéfinir une stratégie d'eau basée sur la nécessité de recourir à une ressource en eau (dessalement de l'eau de mer) pour affranchir ces contraintes en particulier celle du climat

Tableau III. 6 : Zones prévues initialement pour être desservies par les stations de dessalement.

Station	Capacité (m ³ /j)	Agglomérations des services
Honaine	200.000	Tlemcen, Mansourah, Chetouane, Amieur, Hennaya, Zenata, Ouled El Mimoun, Ouled Lakhder, Béni Smail, Ain Tallout, Ain Nahala, Bensakrane, Sidi Abdelli, Remchi, Ain youcef, Beni Ouarsous, Sebaa chioukh, El Fehoul, Fillaoucen, Ain Kebira, Ain Fettah, Hounaine, Béni khelled.
Souk Tlata	200.000	Souk Tlata, M'sirda Fouaga, Djebala, H. Bougherara, Béni Mester, béni Boussaid, Sidi Medjahed

3.3. Ouvrages de stockage

L'alimentation en eau potable de la ville de Chetouane et ses banlieues, majoritairement constituées d'habitats informels, est principalement régularisée par les quatre réservoirs dont les caractéristiques sont données en tableau (III.7) Le réservoir de Chetouane 2 d'une capacité de 3000 m³ est supposé régulariser la ville de Chetouane objet de cette étude.[28]

Tableau III.7 : Ouvrages de Stockage de commune de Chetouane. [28]

Nom de l'ouvrage	Type	Capacité (m ³)	Point d'alimentation
Chetouane 2	Circulaire	3000	Forage Chetouane1 et Forage Chetouane 2
Douiminie1 (Château centre)	Circulaire	1000	Forage Chetouane1 et Forage Chetouane 2
Chetouane 1	Circulaire	500	Forage Chetouane1
Château d'eau Hai Zitoune	Circulaire	250	Forage Chetouane3

4. Qualité des eaux alimentant la commune de Chetouane

En Algérie, presque toutes les villes connaissent au moins un problème lié à l'eau, soit en distribution (réseau, réservoir de stockage), soit en approvisionnement (ressources, station de traitement, adduction), soit en évacuation des eaux usées (système unitaire ou séparatif, réseau, rejets et station d'épuration etc....) mais, le gros problème est certes celui de la qualité de l'eau.

Dans le GUT, l'eau destinée à l'approvisionnement de la population provient, principalement, des ressources superficielles et souterraines avec des caractéristiques physicochimiques différentes, compte tenu des formations géologiques des couches traversées.

Sur le plan physico-chimique, les eaux de surface représentées par les barrages sont bicarbonatées calciques à magnésiennes avec des duretés moyennes et des constituants organiques en quantité normale. Donc l'eau captée par les barrages, avant qu'elle soit desservie à la consommation, est sujette à un traitement au niveau des stations de traitement.

En ce qui concerne les eaux souterraines, elles ont une composition plus stable et sont généralement plus riches en sels minéraux. Leurs qualités physico-chimiques sont tributaires des caractéristiques des champs captants. Ces nappes sont localisées dans les dolomies et les calcaires. Ces formations géologiques donnent des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes avec des duretés un peu plus élevées.

Certains captages présents un taux un peu plus élevé en nitrate, cela est le résultat des rejets industriels et engrais utilisés en agriculture.[27]

5. Réseau d'assainissement actuel de la commune de chetouane.

5.1. Nature du réseau de Chetouane

Le réseau d'assainissement du chef-lieu de Chetouane est en totalité unitaire avec des collecteurs principaux d'un diamètre variant de 200 à 1000 mm et d'une longueur moyenne de 10.832 m. Le taux de raccordement est estimé à 80%. Les rejets sont déversés vers Chaabet El Horra qui se connecte avec l'oued Saf-Saf. [29]

Cette commune en extension permanente revêt une importance capitale en matière de développement urbain, les eaux usées sont assainies vers une station de relevage existante situé à l'extrémité Nord de la zone d'étude, ou les eaux usées sont reprises vers la station d'épuration d'Ain El Houtz.

5.2. Qualité des eaux usées

5.2.1. Les eaux résiduaires urbaines domestiques

5.2.1.1. Les eaux ménagères

Elles sont constituées de des rejets de la cuisine (évier et lave-vaisselle) et de la salle de bains (lavabo, douche, baignoire, lave-linge, etc.). Elles contiennent des matières organiques et des produits de lavage.

5.2.1.2. Les eaux de vannes

Elles sont constituées de des rejets des WC et toilettes. Ces eaux contiennent beaucoup de matières organiques.

5.2.2. Les eaux résiduaires urbaines industrielles

Les établissements industriels qui rejettent une pollution proportionnellement très importante ou exigeant un traitement spécifique sont généralement dotés d'un système d'épuration autonome. Suivant le niveau de ce traitement, l'effluent industriel rejoint ensuite le milieu récepteur ou le système de collecte et de traitement des ERU.

Conventionnellement, les volumes et pollutions journaliers des effluents industriels sont fréquemment estimés en équivalents habitants correspondant aux valeurs prises par habitant pour les eaux usées domestiques.

Quatre catégories de rejet doivent être distinguées dans l'industrie :

5.2.2.1. Effluents généraux de fabrication

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec des gaz, liquides ou solides.

Les rejets sont soit continus, soit dit continus. Ils peuvent même n'être produits que durant quelques mois par an (campagne dans l'industrie agro-alimentaire, deux mois en sucrerie de betteraves par exemple).

Généralement les flux de pollution sont connus si les fabrications sont régulières, mais si les industries travaillent par campagnes spécifiques (chimie de synthèse, pharmacie, parachimie) l'analyse des rejets est plus difficile, ceux-ci évoluant constamment.

5.2.2.2. Effluents particuliers

Certains effluents sont susceptibles d'être séparés soit pour un traitement spécifique avec éventuellement récupération, soit dans un bassin de stockage pour être réinjectés à débit pondéré dans le circuit de traitement tel est le cas des :

- Bains de décapage et galvanoplastie ; soudes usées ; eaux ammoniacales de cokerie,
- Condensats de papeterie, eaux mères de l'industrie agro-alimentaire,
- Rejets toxiques et rejets concentrés

5.2.2.3. Effluents des services généraux

Sont des eaux vannes (cantines, etc.), eaux de chaufferie (purges chaudière, éluât de régénération), boues du traitement des eaux d'appoint et purges d'eaux de réfrigération

5.2.2.4. Rejets occasionnels

Ceux-ci ne doivent pas être oubliés, ils peuvent correspondre :

- A des fuites accidentelles de produits lors de leur manutention ou de leur stockage,
- A des eaux de lavage de sols,
- A des eaux polluées, dont celles d'orage qui peuvent causer aussi une surcharge hydraulique.

5.2.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol

est assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles est des eaux des cours d'eau ou des retenues.

5.2.4. Les eaux pluviales

L'urbanisation a augmenté le ruissellement des eaux de pluie. Ces eaux en ruisselant sur les voies, la chaussée et les trottoirs, se chargent de débris, de matières solides, d'huile, etc. qui peuvent être nuisibles pour milieu naturel, la santé publique et même cause des inondations.

5.3. Aspect qualitatif des eaux collectées par le réseau

5.3.1. Normes de rejets

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau (III.8).

Tableau III.8 : Normes de rejets dans un milieu récepteur.

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30	Aluminium	mg/L	0.3
Ph	————	6.5 à 8.5	Cadmium	mg/L	0.2
MES	mg/L	35	Fer	mg/L	03
DBO5	mg/L	35	Manganèse	mg/L	01
DCO	mg/L	120	Mercure total	mg/L	0.01
Azote Kjeldah	mg/L	30	Nickel total	mg/L	0.5
Phosphates	mg/L	02	Plomb total	mg/L	0.5
Phosphore total	mg/L	10	Cuivre total	mg/L	0.5
Cyanures	mg/L	0.1	Zinc total	mg/L	03
Huiles et Graisses	mg/L	20	(*) Chrome III+	mg/L	03
Hydrocarbures totaux	mg/L	10	(*) Chrome VI +	mg/L	0.1
Indice Phénols	mg/L	0.3	(*) Solvants organique	mg/L	20
Composés organiques chlorés	mg/L	0.5	(*)Chlore actif	mg/L	1.0
Chrome total	mg/L	0.5	(*) Détergents	mg/L	2

Parmi les points de rejets de la commune de Chetouane les plus importants sont les rejets de la zone industrielle évacués vers le réseau urbain qui sont très chargés des métaux lourds comme l'unité de SOITEX (255m³/j d'eaux usées), des produits chimiques comme les unités des savonneries et des huiles usées comme les stations de lavage. [25]

5.3.2. Origine de la pollution

L'origine de cette pollution est urbaine domestique, puisque les teneurs en métaux demeurent très insignifiantes. Ces derniers sont à des concentrations ne dépassant guère les normes requises (d'après le tableau III.8). Il est de même pour le pH, la conductivité, la température, les nitrates, les sulfates et les chlorures.

En ce qui concerne les MES, la DCO et la DBO₅ et la turbidité, elles reflètent les caractéristiques des eaux résiduaires urbaines (E.R.U). En effet, une eau résiduaire peut engendrer suivant la nature et la concentration de ses constituants, un certain nombre d'effets sur le milieu récepteur ainsi les matières en suspension, même en concentration faible sont susceptibles de réduire la transparence du milieu dans le cas d'un rejet en lac ou en mer. Dans ce cas également on peut craindre un apport élevé en micro-organismes (bactéries et virus), les matières azotées sous forme ammoniacale vont donner naissance à des nitrates dans le milieu récepteur, contribuant ainsi pour une part non négligeable l'accroissement de leur concentration. La présence des nitrates et des phosphates et l'effet précipité des matières organiques peuvent accélérer, ainsi le processus d'eutrophisation des milieux récepteurs. (ONA)

5.4. Rejets de la commune

Dans la commune de Chetouane, Les 12 points de rejets principaux sont :

- Rejet N°01 : rejet de collecteur en dalot qui draine une grande partie de Chetouane centre et se déverse dans une Càaba près de la source Ain Safra.
- Rejet N°02 : Nous avons constaté un débit insignifiant lors de notre passage. Ce point de rejet est à prendre en compte dans l'étude du fait de l'extension prévue à l'amont et occupé actuellement par des habitations illicites.
- Rejet N°03 : rejet de diamètre Ø 400 mm du quartier Hai Berkouk vers Oued SafSaf.
- Rejet N°04 : rejet de la localité de Mdig en Ø 400 mm dans l'Oued Saf-Saf.

-Rejet N°05 : zone de rejet de deux collecteurs proches dans l'Oued Saf-Saf. L'un de diamètre Ø 400 mm qui draine la localité de SafSaf, et l'autre de diamètre Ø 300 mm pour Sidi Aissa.

- Rejet N°06 : collecteur en canal ouvert des eaux en provenance de la zone industrielle passant sous la route pour se déverser dans l'Oued SafSaf.

-Rejet N°07 : point de jonction à ciel ouvert du rejet de la localité d'Ain Defla qui rejoint le collecteur de la zone industrielle.

-Rejet N°08 : c'est une canalisation de diamètre Ø 500 mm qui draine une partie de Chetouane centre qui se trouve sur le versant << Est >> et ce déverse dans l'Oued Saf-Saf.

-Rejet N°9 : rejet de la localité de Chetouane

-Rejet N°10 : rejet de la localité de El Hamri.

-Rejet N°11 : rejet de la localité de Ouzidane.

-Rejet N°12 : rejet de la localité de sidi mohamed. [25]

5.5. Milieux récepteurs

Les milieux récepteurs sont divisés en deux bassins qui sont les suivant :

❖ Bassin versant de Chaabet Bel abbés

Chaabet Bel Abbés se jette à l'aval sur l'Oued Boumessaoud et constitue l'exutoire naturel des centres suivants :Attar, Mansourah, ZHUN Champ de tir, Beniboublene, Hai Wali Mustapha.

❖ Bassin versant de Chaabet Makhoukh

ChaabetMakhoukh se jette dans l'Oued Ain Seffah à l'Ouest du village de Koudia. Cet Oued arrive jusqu'à Hennaya où il se déverse dans la nature.

❖ Bassin versant de Chaabet El Horra

D'après les plans de Bulgare projet dressé entre 1984-1986 le bassin est divisé en deux sousbassin.

➤ Le sous bassin de Chaabet El Horra sud

Ce sous bassin draine la ville de Tlemcen par l'intermédiaire de la station de relevage de Kiffane Ouest, Imama, la cité des 1060 celle des 1079 logements.

➤ Le sous bassin de Chaabet El Horra Nord

Ce dernier draine les centres d'Aboutechfine est Ain El Houtz.[31]

6. Débit évacué par le réseau d'assainissement de la commune de Chetouane

6.1. Evaluation des débits d'eaux usées des équipements

Le débit d'eau est la somme de plusieurs eaux de provenances différentes, les débits des équipements seront comptabilisés dans le débit d'eau usée d'origine domestique, ainsi que pour les eaux rejetées par les sévices publics.

On peut estimer le débit de l'équipement (tableau III.9) par l'équation suivante : [32]

$$Q_{E.U.m.éq.}(m^3/j) = K_r \cdot D \cdot N \cdot 10^{-3}$$

$$Q_{E.U.m.éq.}(m^3/h) = \frac{K_r \cdot D \cdot N \cdot 10^{-3}}{24} \quad (III.2)$$

$$Q_{E.U.m.éq.}(m^3/s) = \frac{K_r \cdot D \cdot N \cdot 10^{-3}}{86400}$$

Avec :

$Q_{E.U.m.éq.}$: Débit moyen rejeté évalué soit par jour.

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

N : Nombre d'habitant (capacité) par hab.

D : Dotation journalière ou la consommation en eau potable (l/j/hab).

6.2. Evaluation des débits d'eaux usées domestique

6.2.1. Débit de consommation moyen domestique

Le débit de consommation domestique moyen avec une dotation de 200 l/hab/j est estimé par l'équation suivante : [32]

$$Q_{c.m.d.} = P \times D \times 10^{-3} \quad (III.3)$$

Où :

$Q_{c.m.d.}$: Débit de consommation moyen domestique (m^3/j)

P : population (hab).

D : consommation journalière moyenne d'eau par personne ($D=200$ l/hab/j).

Tableau III. 9 : Estimation des débits des équipements.

Type d'équipement *	Surface (ha) *	Nombre de cons [24]	Dotation (l/j/hab) *	$Q_{c.m.ég.}$ (m ³ /j)	$Q_{c.m.ég.T.}$ (m ³ /j) Total	$Q_{E.U.m.ég.}$ (m ³ /j)	$Q_{E.U.m.ég.T.}$ (m ³ /j) Total	$Q_{E.U.m.ég.T.}$ (m ³ /h) Total	$Q_{E.U.m.ég.T.}$ (m ³ /s) Total
3 CEM	1,5	380	20	7,6	172,2	6,08	137,76	5.74	0.0016
2 Ecole primaire	0,25	190	20	3,8		3,04			
2 Ecole primaire	0,48	190	20	3,8		3,04			
2 Mosquée	0,34	500	80	40		32			
2 Lycée	0,6	750	20	15		12			
Bibliothèque	0,4	50	20	1		0.8			
Centre de santé	0,46	200	20	4		3.2			
Sureté urbaine	0,13	100	50	5		4			
Marché quotidien	0,26	200	10	2		1.6			
Equipement sportif	0,24	1000	20	20		16			
CET	0,85	2000	10	20		16			
Réserve équipement	0,2	250	10	2,5		2			
Réserve équipement	0,14	250	10	2,5		2			
2 Mosquée	0,23	500	80	40		32			
Réserve équipement	0,21	250	10	2,5		2			
Réserve équipement	0,12	250	10	2,5	2				

(*) Fournis par la subdivision des ressources en eau de Chetouane.

6.2.2. Débit des eaux usées

Les débits des eaux usées devant transiter par le réseau et qui devront être traité sont évalués sur un taux de 80 % des eaux de consommation.

Le Débit des eaux usées moyen est donné par la formule suivante : [32]

$$Q_{E.U.m.d.} = 0,80 \times Q_{c.m.d} \quad (\text{III.4})$$

Les débits domestiques de consommation et des eaux usées de la commune de Chetouane sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau III.10 : Débits domestiques de consommation et des eaux usées de la commune de Chetouane

Année	2013	2015	2017	2019	2025	2030
Population(hab)	56570	60132	63918	67942	81600	95057
Débit de consommation moyen domestique						
$Q_{c.m.d}$ (m ³ /j)	11314	12026,4	12783,6	13588,4	16320	19011,4
$Q_{c.m.d}$ (m ³ /h)	471,416667	501,1	532,65	566,183333	680	792,141667
$Q_{c.m.d}$ (m ³ /s)	0,13094907	0,13919444	0,14795833	0,15727315	0,18888889	0,22003935
Débit des eaux usées moyen domestique						
$Q_{E.U.m.d.}$ (m ³ /j)	9051,2	9621,0728	10226,8248	10870,716	13056	15209,0984
$Q_{E.U.m.d.}$ (m ³ /h)	377,133333	400,88	426,12	452,946667	544	633,713333
$Q_{E.U.m.d.}$ (m ³ /s)	0,10475926	0,11135556	0,11836667	0,12581852	0,15111111	0,17603148

6.3 Débit moyen total

Débit de consommation moyen totale est donné par les formules suivantes :

- Pour la consommation [32]

$$Q_{c.m.T.} = Q_{c.m.d.} + Q_{c.m.ég.T.} \quad (\text{III.5.a})$$

- Pour les eaux usées : [32]

$$Q_{E.U.m.T.} = Q_{E.U.m.d.} + Q_{E.U.m.ég.} \quad (\text{III.5.b})$$

Les besoins domestiques et d'équipements de la commune de Chetouane se résument comme suit :

Tableau III.11 : Débit de consommation et des eaux usées moyens totales (domestique + équipement)

Année	2013	2015	2017	2019	2025	2030
Population(hab)	56570	60132	63918	67942	81600	95057
Débit de consommation moyenne totale (domestique + équipement)						
$Q_{c.m.T.}(m^3/j)$	11486,2	12198,6	12955,8	13760,6	16492,2	19183,6
Débit des eaux usées moyen total (domestique + équipement)						
$Q_{E.U.m.T.}(m^3/j)$	9188,8	9758,72	10364,48	11008,32	13193,6	15346,72
$Q_{E.U.m.T.}(m^3/h)$	382,873333	406,62	431,86	458,686667	549,74	639,453333
$Q_{E.U.m.T.}(m^3/s)$	0,10635926	0,11295556	0,11996667	0,12741852	0,15271111	0,17763148

6.4. Débit de pointe

Le régime du rejet est conditionné par le train de vie des citoyens, ce qui nous donne des heures où on a un pic et des heures creuses où le débit est presque nul (la nuit). Pour estimer le coefficient de pointe, on a plusieurs méthodes parmi lesquelles on citera :

- Méthode liée à la position de la conduite dans le réseau.
- Le coefficient de pointe est estimé selon l'importance de la ville.
- Le coefficient de pointe est estimé à partir du débit moyen.

Le débit de pointe est donné par la formule suivante : [32]

$$Q_p = K_p \times Q_{moy.j} \quad (III.6)$$

Avec :

K_p : Coefficient de pointe.

$Q_{moy.j}$: Débit moyen journalier.

Le coefficient de pointe peut être calculé à partir du débit moyen Q_m [32]

$$k_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m}} \quad (III.6a)$$

Tableau III.12 : Débit des eaux usées.

Année	2013	2015	2017	2019	2025	2030
Population (hab)	56570	60132	63918	67942	81600	95057
$Q_{E.U.m.T.}$ (m³/j)	9188,80	9758,72	10364,48	11008,32	13193,60	15346,72
$Q_{E.U.m.T.}$ (l/s)	106,35	112,95	119,96	127,41	152,70	177,62
Coefficient de pointe	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Débits des eaux usées de pointe (l/s)	185,31	195,99	207,32	219,34	259,95	299,76

7. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue, géographique, démographie, climatique ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

Chapitre IV

**Identification et dimensionnement
des principaux ouvrages de
relevage de la zone d'étude**

1. Introduction

Ce siècle dernier, les cours d'eau étaient sujets à une pollution sans précédent, cela était dû aux rejets directs des eaux usées, ce qui exposait les populations à des maladies comme la typhoïde et le choléra, une contamination du bétail et des cultures irriguées à partir de ces eaux. On assistait aussi à une insuffisance des ressources en eau. C'est pour pallier à tous ces problèmes que les stations d'épuration ont vu le jour.

C'est dans cette optique qu'en 2005, la wilaya de Tlemcen a été dotée d'une station d'épuration à boue activée à Ain El Houtz

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

2.1. Station d'épuration STEP AIN EL HOUTZ

La station d'épuration de la ville de Tlemcen est une station à boues activées de faible charge se situe au nord à 12 Km du chef-lieu « Tlemcen Ville », à l'ouest de Chetouane « Daïra » sur la Route de Ain El Hout. Elle s'étend sur une superficie de 13Hectares, elle est conçue pour une population de 150 000 eq/hab d'une capacité de 30 000 m³/j.



Figure IV.1 : Image satellite de la position de la STEP.

Elle a été réalisée par l'Entreprise Hydrotraitement et a été mise en service le 05 Novembre 2005, actuellement cette station est gérée et exploitée par l'Office National de l'Assainissement (ONA).

2.1.1. Données de base

La station d'épuration de la ville de Tlemcen a été dimensionnée sur la base des données suivante :

Tableau IV.1 : Les données de la base de la STEP d'AIN HOUTZ. [35]

Donnée	Dimensions
Horizon	2030
Type de réseaux	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population	150 000 EQ/HAB
Débit journalier	30 000 m ³ /j
Débit de pointe horaire admis au traitement	3 800 m ³ /h
DBO5 journalière	9 300 kg/j
Matière en suspension	13 950 kg/j
Azote à nitrifier	1 980 kg
L'équivalence calculée sur la DBO	172 000 EQ/HAB

2.1.2. Partie des eaux usées

❖ Déversoir d'orage

Le déversoir d'orage de la STEP est installé à l'amont de celle-ci qui déverse le surplus du débit admissible entrant à la station ($Q_{\max}=3300 \text{ m}^3/\text{h}$) d'une façon gravitaire à l'aide d'une conduite ($\Phi=800 \text{ mm}$) dite liaison entre ouvrage.



Figure IV.2 : Le déversoir d'orage.

❖ Le dégrillage

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille qui retient les gros déchets et les corps flottants



Figure IV.3 : Grille By Pass .

Figure IV.4 : Grille grossier.

Figure IV.5 : Grille fine.

❖ Dessableur- déshuileur (2 unités)

La station est équipée par deux dessableurs- déshuileurs à deux compartiments, chaque bassin est constitué d'un canal en béton armé de forme trapézoïdale et d'un pont suceur et écumeur ($L= 26\text{m}$, $l= 4\text{m}$); et aussi un batardeau pour permettre la séparation en cas des interventions

Pour assurer la séparation des sables et des graisses une émulsion est provoquée et un canal à ciel ouvert permet l'évacuation gravitaire des eaux prétraitées.

Les sables décantés sont extraits par un système d'air lift et stockés dans des bacs à sables (deux bacs pour chaque dessableurs) (largeur : 2 m, longueur : 3 m, profondeur : 0.8 m)

Les graisses et les matières flottantes accumulées à la surface du déshuileur seront raclées jusqu'à l'entrée d'un puits à graisses, puis sont transporter vers le CET (centre d'enfouissement technique) de Saf-Saf.



Figure IV.6 : Déssableur-Déshuilleur



Figure IV.7 : Les bacs à sables.

❖ Bassins d'aération

La station est équipée par quatre bassins d'une forme rectangulaire, Dont les dimensions sont alimentées en eau dénitrifié et équipés de trois aérateurs de surface à vitesse lente pour chacun afin d'assurer l'aération dans les bassins.



Figure IV.8 : Les bassins d'aérations

Tableau IV.2 : Les dimensions des bassins d'aération.[35]

Dimensions	Valeurs
Volume	4723m ³
Longueur	55,5m
Largeur	18,5m
Profondeur d'eau	4,6m
Hauteur béton	5,6m

Cet ouvrage est conçu pour assurer les objectifs de traitement par boues activées et éviter les dépôts de MES et l'érosion du fond ou des parois de l'ouvrage.

❖ Tour de répartition

La liqueur mixte en provenance des quatre (04) bassins d'aération est transportée gravitairement vers une chambre de répartition divisant les eaux vers les deux décanteurs.



Figure IV.9 : Tour de répartition.

❖ Clarificateurs (Décanteurs)

La STEP d'Ain El Houtz contient deux clarificateurs pour assurer la séparation de l'eau épurée des boues qu'elle contient, la liqueur mixte est introduite en son centre, les clarificateurs sont équipés chacun d'un pont racleur à vitesse de rotation de 0.04 m/s. Ils sont de forme circulaire, d'un diamètre de 46 m et une surface de 1661 m², la profondeur d'eau est de 4 m en périphérie.

L'eau clarifiée déborde en périphérie dans une double goulotte de reprise et les boues décantées se déposent sur le radier et seront raclées vers le centre de l'ouvrage où elles s'épaississent légèrement.



Figure IV.10 : Décanteur



Figure 11 : Goulotte de reprise.

❖ Bassin de chloration

C'est un bassin en béton armé et d'un volume de 700 m³, ce curage est conçu pour la désinfection des eaux épurées.



Figure IV.12 : Bassin de chloration.

2.1.3. Partie des Boues

❖ Un poste de pompage des boues (vis de recirculation)

Le poste de pompage des boues est équipé de trois vis avec un débit unitaire 1300 m³/h sans fin de recirculation de la boue pour maintenir la concentration de celle-ci dans le bassin d'aération.



Figure IV.13 : Vis de recirculation (vis d'Archimède).

❖ Épaississeur à boue

Les boues en excès venant des décanteurs secondaires sont évacuées par des liaisons inter ouvrages et dirigées vers l'épaississeur qui va réduire le volume de la boue extraite par simple décantation ; Il est en béton armé et à un pont support de la tête tournante avec moteur et réducteur, dont ces dimensions sont :

- Diamètre : 14m,
- Hauteur utile : 04m,
- Pente de fond : 1/10.



Figure IV.14 : épaisseur à boue.

❖ **Lits de séchage**

La STEP est équipée de quatorze lits de séchage à air libre, en béton de 30m de longueur et 15m de largeur conçus pour contenir les boues épaissies pompées et évacuées à partir de l'épaississeur, ils sont accompagnés par une conduite de drainage perforée qui permet l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station.



Figure IV.15 : Photo d'un lit de séchage.

La station de Ain El Hout a été conçue en premier lieu pour protéger le barrage de Sekkak (capacité théorique est de 25 millions m³) qui est destiné à la consommation (AEP) et l'agriculture, en second lieu les eaux épurées par la station sont stockées dans un bassin (gérer par l'ONID) et réutilisées pour l'irrigation de la plaine d'El Hennaya (une superficie d'à peu près 920 Ha), aussi la STEP protège l'environnement.

Remarque : Toutes les dimensions des ouvrages de la stations d'épuration d'AIN EL Houtz sont résumés dans le tableau de l'annexes III pour les années 2009, 2013 et 2030 .

2.2. Ouvrages spéciaux

1.2.1. Station de relevage de Chetouane

Le réseau d'assainissement du chef-lieu de Chetouane est en totalité unitaire avec des collecteurs principaux d'un diamètre variant de 200 à 600 mm et d'une longueur moyenne de 1500 m. Le taux de raccordement est estimé à 80%. Les rejets sont déversés vers Chaabet El Horra qui se connecte avec l'oued Saf-Saf. Cette commune en extension permanente revêt une importance capitale en matière de développement urbain.

Il existe une station de relevage à l'extérieur de Chetouane, est destinée à recevoir les eaux usées de la cité DNC et la cité Bouarfa afin de les évacuer vers la station. Cette station est constituée essentiellement par :

- Trois pompes de puissances 22 kw.
- Capacité de moyenne 3445m³/mois.



Figure IV.16: Les pompes de la station de relevage.

3. Les différents types de relevage dans la station

3.1. Pompe Air-lift

Le système de pompage par la technique Air-lift fonctionne comme une machine hydraulique utilisant l'air comme une source d'énergie renouvelable. Cet air est généralement comprimé par un compresseur.

La pompe d'air lift est un dispositif qui se base sur la flottabilité et le frottement produite par l'entraînement des bulles de l'air pour soulever le liquide.

Les pompes d'air lift sont des appareils simples. Elles se composent généralement d'une évacuation verticale ou une conduite éjecteur immergé dans la masse de liquide à pomper.



Figure IV.17 : Pompe Air-lift.

Un tuyau conçu spécialement pour conduire l'air comprimé jusqu'à l'éjecteur, à une courte distance de son extrémité inférieure. L'air est ensuite introduit dans la colonne d'eau dans le tuyau éjecteur à une pression supérieure à celle de la pression de liquide dans le tuyau. La gravitation provoque alors un corps de bulles d'air à monter dans le tuyau éjecteur en raison de la faible densité de l'air. Cette colonne de bulles d'air transporte le liquide environnant avec elle par l'inertie ainsi que forcer le liquide au-

dessus de se déplacer vers le haut. Comme le liquide se déplace vers le haut, il crée un vide qui aspire le liquide. [40]

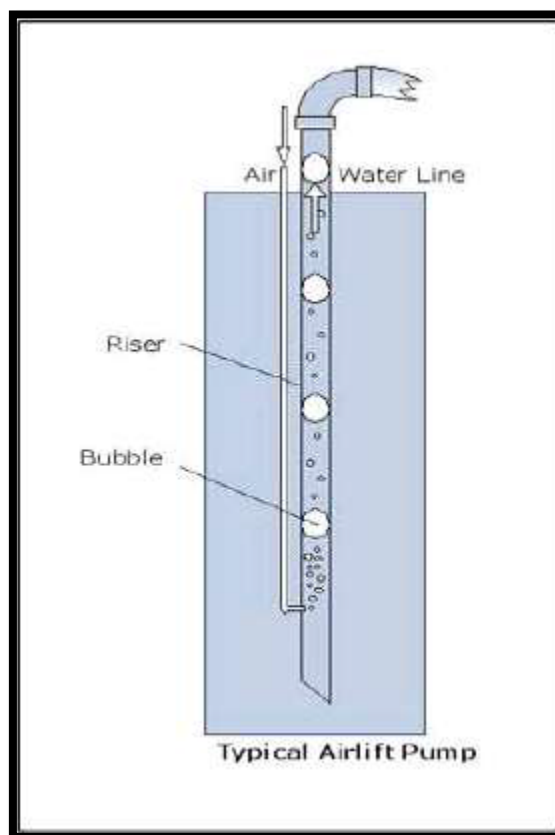
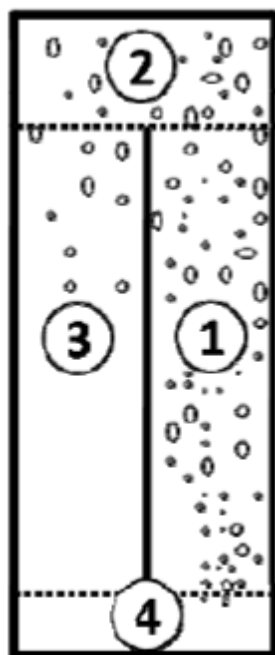


Figure IV.18 : Système de pompage par Air-lift.[40]

On trouve ce type de pompe pour certaines utilisations de stations d'épuration. Notamment, pour la recirculation des boues du clarificateur vers le bioréacteur.

3.1.1. Le principe

Un airlift est une colonne à bulles dans laquelle une cloison a été introduite pour canaliser l'écoulement des phases liquides et gazeuses entre plusieurs compartiments de la colonne (Figure suivante). L'injection d'air se fait dans un des compartiments. Elle permet de modifier la densité apparente et l'expansion du fluide diphasique, provoquant la circulation de la phase liquide initialement immobile. L'air lift est généralement divisé en quatre compartiments.



Compartment 1 : partie aérée où les fluides se déplacent dans un mouvement ascendant.

Compartment 2 : changement de direction de circulation au-dessus du premier compartiment, le liquide redescend vers le compartiment 3 alors que la majeure partie du gaz s'échappe par le sommet de la colonne.

Compartment 3 : partie généralement non aérée elle correspond à l'aquarium si on transpose le dessin

Compartment 4 : changement de direction du liquide qui retourne vers les premiers compartiments ou est évacué vers un système externe.

3.2. La vis de recirculation

La pompe à vis d'Archimède est adaptée à un endroit où il existe un besoin pour pomper un fluide à un niveau supérieur. Par conséquent, il y a une grande variété d'endroits où nos pompes à vis sont actuellement en exploitation, de l'eau de baignade propre aux eaux usées les plus sales imaginables.

La pompe à vis d'Archimède est le premier exemple d'une pompe volumétrique. La pompe à vis tire un fluide dans un compartiment (volume compris entre deux pales) à l'entrée et en le faisant pivoter vers le haut déplace le fluide, lorsque la vis est placée sur un certain angle. Ce principe s'applique toujours à une pompe à vis, sans tenir compte de la taille ou de la conception.

Cette façon simple et fiable de pompage d'un fluide conduit à des volumes élevés possibles soulevés avec de faibles vitesses de rotation sans qu'il y ait de dégâts de cavitation ou d'une usure excessive.

La construction ouverte, sans colmatage permet un fonctionnement en continu, même lorsque le fluide contient de grosses particules ou débris.



Figure IV.19 : Vis de recirculation de la STEP.

4. Calcul du dimensionnement des différents types de relevage de la STEP AIN ELHOUTZ

4.1. Le vis de recirculation (vis d'Archimède)

Les boues issues de clarificateur sont dirigées vers la tour de recyclage. Ensuite une partie de ces boues fraîches (à l'état liquide) sont recyclées vers les bassins d'aération pour garder la concentration, de la matière active, constante dans les bassins de traitement biologique par un canal équipé d'un jaugeur venturi permettant la mesure de débit de recyclage.

Le recyclage des boues se fait à partir de (03) vis d'Archimède, (deux fonctionnent et l'autre en secoure). Les eaux clarifiées sont ensuite recyclées vers la dernière étape de traitement et qui est la désinfection et le traitement des boues décantées, elles sont envoyées vers le tour de recyclage. Quant aux boues en excès sont pompées vers l'épaississeur



Figure IV.20 : Position de la vis de recirculation sur la STEP .

Données : $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{h} = 0.36 \text{ m}^3/\text{s}$. [35]

On pose le nombre de filets : $N = 3$ filets et $\alpha = 30^\circ$.

➤ **Valeur admise pour le coefficient σ**

Il est difficile de chiffrer cette valeur par une étude théorique. Nous pouvons simplement dire qu'elle dépend essentiellement de α . L'expérience montre que le taux de remplissage de la vis sera optimal si :

$$\alpha < 30^\circ \longrightarrow \sigma = 1,2$$

$$\alpha = 30^\circ \longrightarrow \sigma = 1$$

$$\alpha > 30^\circ \longrightarrow \sigma = 0,8$$

A priori, sauf cas particulier, nous admettrons $\sigma = 1$

➤ **Valeur admise pour le coefficient δ**

Nous concevons très bien qu'il y ait une relation entre le rapport de diamètre, c'est-à-dire l'espace pour l'eau, et l'angle d'inclinaison, mais là encore il faut se fonder sur l'expérience pour préciser les valeurs de δ

$$22^\circ \leq \alpha \leq 26^\circ \longrightarrow 0.40 \leq \delta \leq 0.45$$

$$28^\circ \leq \alpha \leq 33^\circ \longrightarrow 0.45 \leq \delta \leq 0.55$$

$$35^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ \longrightarrow 0.50 \leq \delta \leq 0.60$$

A priori nous admettons $\delta = 0.5$

➤ Nous définirons de plus le rapport :

$$\begin{cases} \delta = \frac{d}{D}, & \text{pour } \alpha = 30^\circ, \quad \delta = 0,5 \\ \sigma = \frac{S}{D}, & \text{pour } \alpha = 30^\circ, \quad \sigma = 1 \end{cases} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

D: diamètre extérieur des spires.

d: diamètre de noyau.

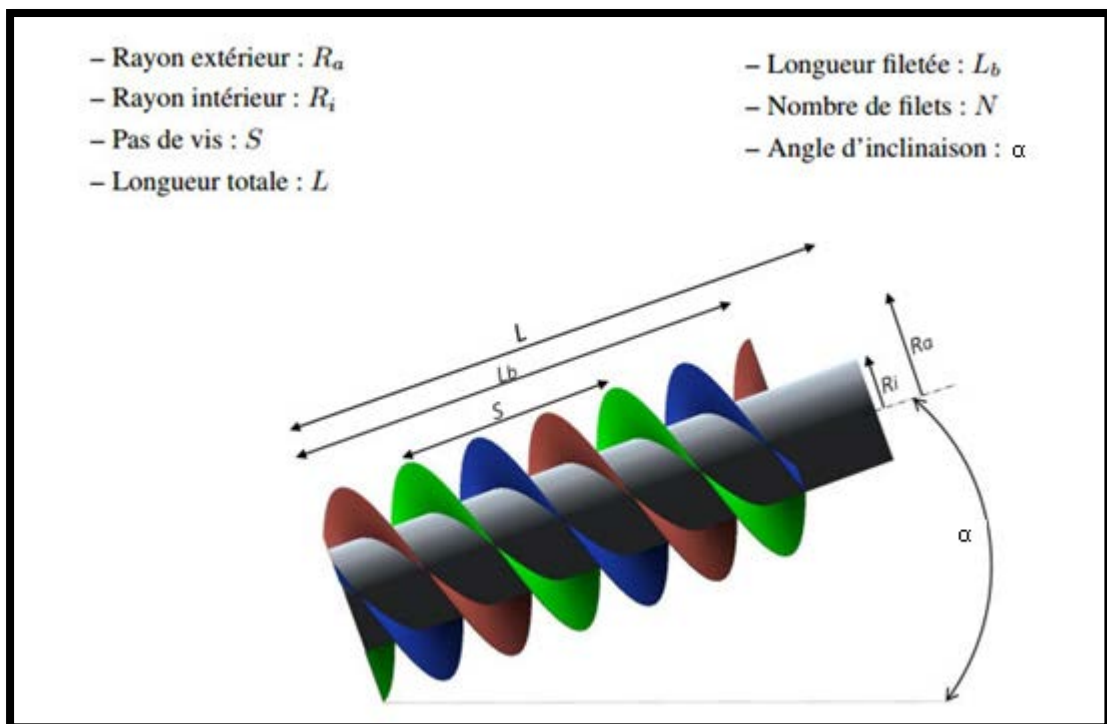


Figure IV.21 : Représentation des paramètres géométriques d'une vis d'Archimède.

4.1.1. Détermination Le diamètre extérieur de spire, de noyau et la vitesse de rotation

a) Le diamètre extérieur de spire D

Le débit théorique est donné par l'expression [36]

$$Q_{th} = \mu \cdot N \cdot D^3 \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

Q_{th} : Débit en (m^3/s)

N : Nombre de tours en (tr /min).

μ : Coefficient sans dimension.

Le débit réel relevé reste supérieur au débit théorique de 11 à 18% ; la valeur de 15% est couramment admise. Nous avons donc : [36]

$$Q_{réel} = 1,15. \mu. N. D^3 \quad (IV.3)$$

Le coefficient μ dépendant essentiellement de α , σ , δ et n, est donné par le constructeur ; le graphique ci-dessous montre parfaitement la validité des valeurs prises pour les différents paramètres.

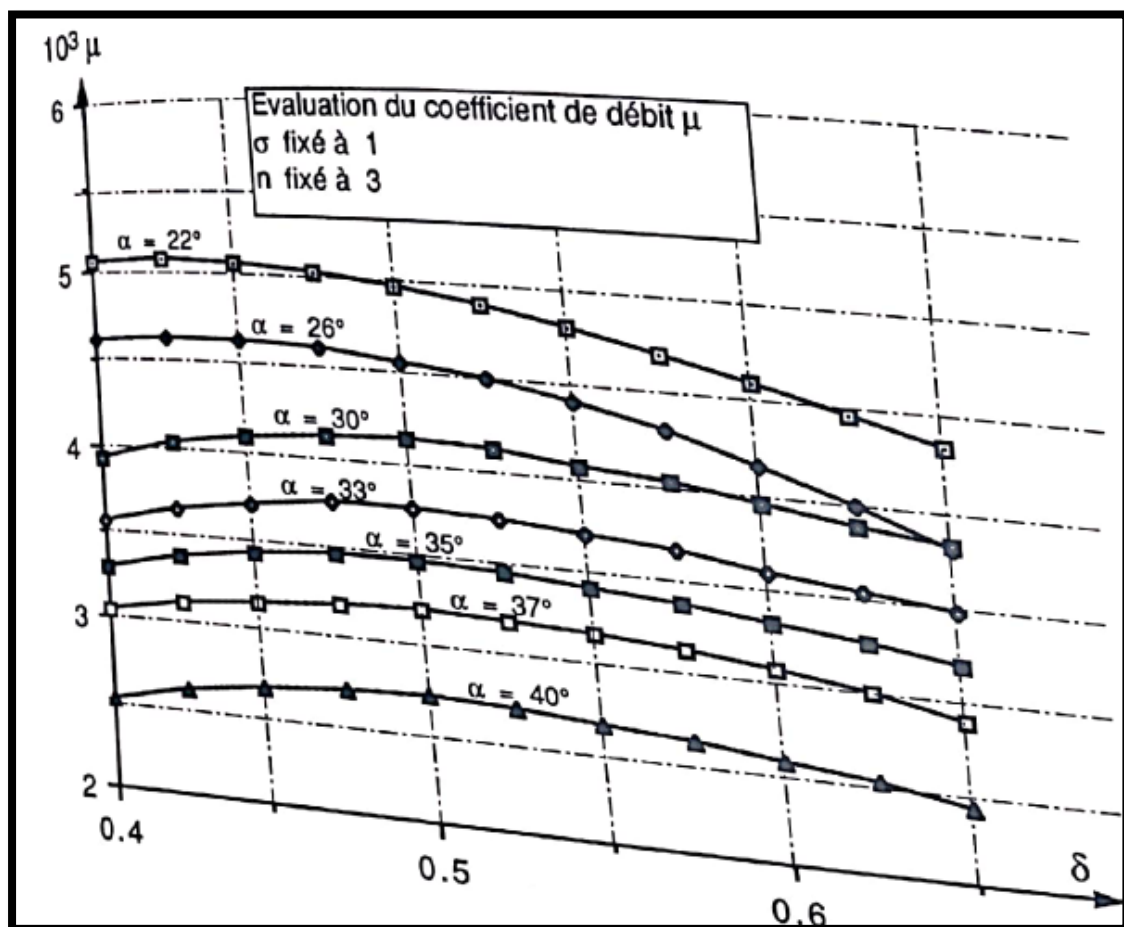


Figure IV.22 : le graphe pour l'évaluation du coefficient de débit μ [36]

Pour l'angle $\alpha = 30^\circ$ et $\delta = 1$, on a $\mu = 4,12.10^{-3}$

$$N = \frac{50}{D^{2/3}} \quad (IV.4)$$

En injectant l'équation (IV.4) dans l'équation (IV.2) et en remplaçant le coefficient μ par sa valeur, on a : [36]

$$Q_{réel} = 1,15 \cdot 4,12 \cdot 10^{-3} D^{\frac{7}{3}} \quad (IV.5)$$

D'où

$$D = \left(\frac{Q_{réel}}{0,24} \right)^{\frac{3}{7}} = \left(\frac{0,36}{0,24} \right)^{\frac{3}{7}} = 1,19 \text{ m} \longrightarrow \mathbf{D = 1,2 \text{ m}} \quad (IV.6)$$

b) Le diamètre de noyau

En remplaçant la valeur du diamètre extérieur de spire D dans l'équation (IV.1) on a :

$$\delta = \frac{d}{D} \longrightarrow d = \delta \cdot D \longrightarrow d = 0,5 \cdot 1,2$$

$$\text{D'où} \quad \mathbf{d = 0.6 \text{ m}}$$

c) La vitesse de rotation

À partir l'équation (2) on a

$$N = \frac{Q_{réel}}{1,15 \cdot \mu \cdot D^3} = \frac{0,36}{1,15 \cdot 4,12 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2^3} = 43,97 \longrightarrow \mathbf{N = 44 \text{ tr/min .}}$$

4.1.2. Calcul la côte minimale z_1 de l'eau dans le réservoir

On considère que la côte du radier est de $z_R = 530$ m à partir du niveau de la mer et la côte pour tous les bassins, est la côte de l'eau dans le bassin h (la hauteur de remplissage)

$$h = \left(\frac{D}{2} + \frac{d}{2} \right) \cdot \cos \alpha = \left(\frac{1,2}{2} + \frac{0,6}{2} \right) \cdot \cos 30^\circ \quad (IV.7)$$

$$h = 0,9 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,779 \longrightarrow \mathbf{h = 0,8 \text{ m}}$$

$$\text{D'où} \quad z_1 = 530 + 0,8 = 530,8 \longrightarrow \mathbf{z_1 = 530.8 \text{ m}}$$

4.1.3. Calcul la hauteur de la l'âme déversant

La stabilité de la l'âme déversant à partir du bec de rejet, est une condition de bon fonctionnement ; la hauteur ΔH de cette lame dépend :

- Du nombre de filets n
- Du coefficient σ
- Du coefficient δ
- De l'angle d'inclinaison α
- De la vitesse de rotation N

Nous pouvons résumer toutes les formules théoriques par le graphique de la figure (IV.19)

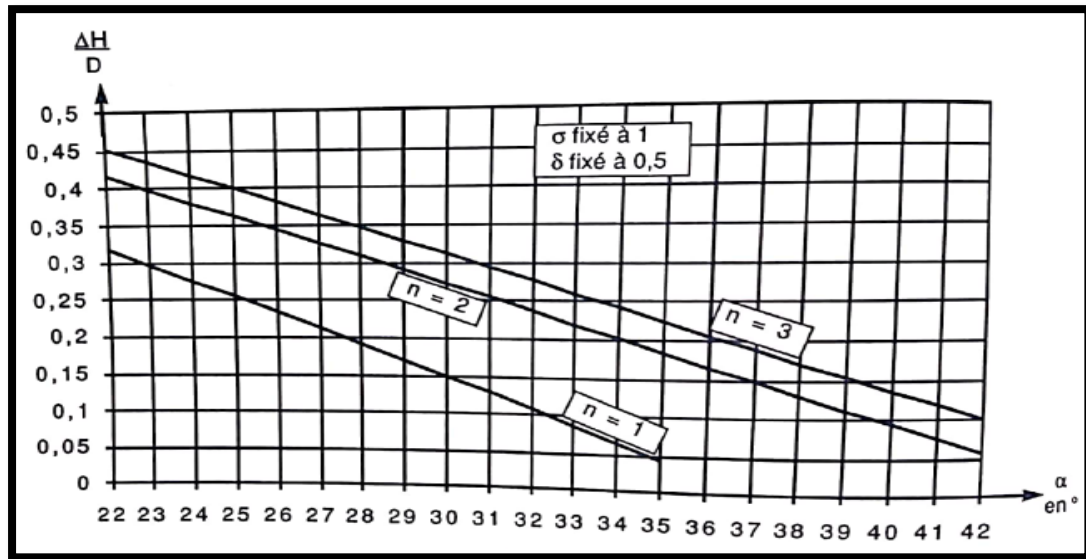


Figure IV.23 : le graphe de l'âme d'eau déversant en fonction de α . [36]

Pour $\alpha = 30^\circ$ et $n=3$; on tire du graphe précédent la valeur $\frac{\Delta H}{D} = 0,32$

Donc $\Delta H = 0,32 \cdot 1,2 = 0,384 \text{ m} \longrightarrow \Delta H = 0,384 \text{ m}$

4.1.4. Calcul la hauteur géométrique de relevage

On considère la côte d'eau $z_2 = 535,2 \text{ m}$

En regardant le schéma et en fixant le bec du rejet à 10 cm au-dessus du plan d'eau la hauteur géométrique de relevage sera donnée par :

$$H_{géo} = (z_2 + 0,10) + \Delta H - z_1 \quad (\text{IV.8})$$

$$H_{géo} = 535,2 + 0,10 + 0,384 - 530,8$$

$$H_{géo} = 5,884 \text{ m}$$

4.1.5. La longueur active de la vis

$$L = \frac{z_{bec} - z_r}{\sin \alpha} \quad (\text{IV.9})$$

$$z_{bec} = 535,2 + 0,1 = 535,3 \longrightarrow z_{bec} = 535,3 \text{ m}$$

$$L = \frac{535,3 - 530}{\sin 30^\circ} = \frac{5,3}{\frac{1}{2}} \longrightarrow L = 10,6 \text{ m}$$

4.1.6. Calcul le nombre de pas de la vis

Le nombre de pas de la vis est donné par la formule suivante :

$$S = S = \frac{L}{D} = \frac{10.6}{1.2} = 8,08 \longrightarrow S = \mathbf{8 \text{ pas}}$$

4.1.7. Calcul le rendement de la vis

Pour confirmer nos calculs, on calcule le rendement de la vis [36]

$$\eta_{hyd} = \frac{Q_{r\acute{e}el} - Q_f}{Q_f} \quad (IV.10)$$

Avec Q_f c'est le débit de fuite donné par :

$$Q_f = 2,5 \cdot j \cdot D^{1,5} \quad \text{en (m}^3/\text{s)} \quad (IV.11)$$

Avec le j c'est le jeu fonctionnel donné par la relation [36]

$$j = 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot D^{0,5} \quad \text{en (m)} \quad (IV.12)$$

$$j = 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2^{0,5} \longrightarrow \mathbf{j = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$Q_f = 2,5 \cdot 4,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2^{1,5} \longrightarrow \mathbf{Q_f = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{Alors} \quad \eta_{hyd} = \frac{0.36 - 0.016}{0.016} \longrightarrow \mathbf{\eta_{hyd} = 95\%}$$

Chapitre V

Dimensionnement de la station de relevage

1.Introduction

En général, dans un réseau d'assainissement on essaie de faire véhiculer les eaux usées gravitairement, si éventuellement la topographie et la nature du terrain le permettent. Parfois cette solution devient difficile à cause de certaines contraintes topographiques (exemples : terrains accidentés ou trop plats, etc...). Et pour éviter des profondeurs excessives, on fait recours à des stations de relèvement.

Les stations de relevage ou stations de relèvement des eaux usées sont des systèmes de pompage qui fonctionnent automatiquement et sont utilisées pour relever le niveau des eaux qui s'accumulent sous le niveau dit de reflux ou niveau de refoulement. Les eaux qui s'écoulent sous ce niveau ne peuvent pas s'écouler gravitairement vers l'exutoire.

L'objectif de ce chapitre est de dimensionner le collecteur et les stations de relevage acheminant les effluents de la ville de Chetouane vers la station d'épuration d'Ain El Houtz. Ce transfert est constitué de tronçons par refoulement.

2. Nécessité du relevage

Il n'est pas toujours possible d'évacuer les eaux d'égout en comptants exclusivement sur la gravité.

Lorsque cela est impossible, il faut un poste de relèvement pour les petits débits, on a recours souvent à des unités préfabriquées qui comprennent un puit (bassin) unique et des pompes submersibles.

Pour les plus gros débits, on construit sur place des stations spéciales souvent constituées de deux puits ; un puits mouillé qui reçoit les eaux d'égout, et un puits sec, où on installe les pompes. [33]

3. Rôle de la station de relevage

Un réseau d'assainissement peut nécessiter une station de relevage, si les eaux usées ne peuvent pas s'écouler par gravité vers l'exutoire. Les stations de relevage permettent d'élever le niveau des eaux usées d'un point à un autre en vue de leurs déversements dans des ouvrages tels que les regards de visite ou directement vers une station d'épuration. [10]

4. Composition de la station de relevage

Généralement une station de relevage des eaux usées se compose de :

- Une pompe de relevage dotée d'un flotteur pour le démarrage automatique ;
- Une bache d'aspiration, dans laquelle est placée la pompe de relevage,
- Un Système de dégrillage (manuel ou automatique).
- Une canalisation d'arrivée des eaux usées.
- Une canalisation de refoulement des eaux usées raccordée au réseau d'évacuation, dotée d'un clapet anti-retour.
- Un raccordement électrique pour alimenter la pompe. [10]

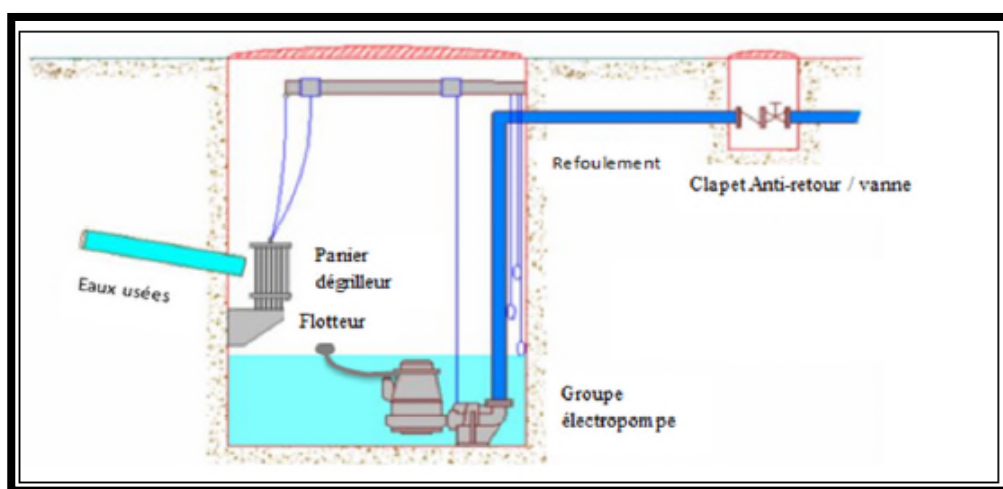


Figure V.1 : Les compositions d'une station de relevage.

5. Rôle de la pompe de relevage

La pompe de relevage est un équipement d'assainissement. Son rôle est d'évacuer les eaux usées provenant des différents usages industriels, domestiques... etc. Ce dispositif doit toujours être placé en mode automatique afin d'éviter tout risque de débordement et de montée brusque des eaux usées.

Une pompe de relevage est actionnée par un moteur électrique. Elle récupère les eaux usées pour les faire remonter et les acheminer à travers une conduite vers l'exutoire (une station d'épuration ou dans un réseau d'assainissement. [10])

6. Station de relevage pour Chétouane

L'assainissement non collectif peut nécessiter une station de relevage des eaux usées, que l'on appelle aussi poste de relèvement. Ce dispositif doit être installé si les eaux

usées ne peuvent pas s'écouler par gravité vers le prétraitement, le traitement et l'évacuation. C'est le cas si :

- Le terrain où est située la filière d'assainissement (prétraitement et/ou traitement) est situé plus en hauteur que l'habitation.
- Le dispositif de traitement est trop enterré (à cause des pentes de canalisations) par rapport à l'endroit d'évacuation de l'eau.

La station de relevage a été conçue pour élever les eaux d'un point situé à la côte 544 m vers la station d'épuration située en hauteur de la ville à la côte environ 561 m.

La station de relevage permet de relever les eaux usées quand le terrain est trop plan.

La station de relevage est nécessaire quand la pente du terrain ne permet pas un écoulement de l'eau par la gravité. Elle se place avant la fosse toutes eaux ou entre celle-ci et la filière de traitement.

Il existe une station de relevage à l'extérieur de Chetouane, est destinée à recevoir les eaux usées de la cité DNC et la cité Bouarfa afin de les évacuer vers la station. Cette station est constituée essentiellement par :

- Une superficie de 70 m^2
- Une capacité de refoulement $360 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Un déversoir d'orage à l'entrée de la station.
- Deux dégrilleur (dégrilleur automatique et manuelle) .
- Une bache d'eau de la capacité 150 m^3 et de dimension de (Longueur=6m ; Largeur=5m et profondeur=5m)
- Et trois pompes de puissances 22 kw (Deux pompes en marche et une pompe en secoure)

Le choix du site de la station à plusieurs avantages :

- Il permet l'arrivée gravitairement de tous les rejets d'une partie de Chetouane vers un seul point.
- Emplacement près du canal de l'oued pour permettre le by-pass des eaux en cas d'arrêt de la station ainsi que le trop plein.
- Accès direct à la station par une voie accessible.
- Départ de la conduite de refoulement, un tracé direct le long du canal loin des habitations jusqu'à la station d'épuration dans la voie de servitude.
- Espace suffisant pour la construction loin des habitations.



Figure V.2 : Photos de la station de relevage de Chetouane .

7. Dimensionnement de la station de relevage

Les données de nécessaires au dimensionnement de la station sont les suivantes :

Tableau V.1 : Les données des stations de relevage . (CTH)

	station de relevage
Débit de pointe en temps sec Qpts (L/s)	100
Débit de pompage (L/s)	107
Longueur du collecteur L (m)	540
Côte du radier de la bêche à eau (m)	539
Côte du niveau bas d'aspiration de la bêche à eau(m)	540
Côte du niveau haut d'aspiration de la bêche à eau (m)	542.5
Côte de l'extrémité aval de refoulement (m)	561
Plancher de la station (m)	544

7.1. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

La conception de la conduite de refoulement dépend principalement de la vitesse d'écoulement.

La vitesse de refoulement doit être : inférieure à 2 m/s. Au- delà, les pertes de charge deviennent très importantes. Si la vitesse de refoulement est inférieure à 0.6 m/s, il y a risque de sédimentation et d'encrassement de la canalisation, ce qui crée des réductions de la section, perturbant l'écoulement et augmentant les pertes de charge.

Parmi plusieurs formules qui donnent le diamètre économique, on utilise celle de BONIN pour calculer le diamètre économique de notre étude :

- **Formule de BONIN**

$$D = \sqrt{Q} \quad (V.1)$$

Pour notre cas $Q_p=100$ l/s ce qui donne : $D = \sqrt{100 * 10^{-3}}$
 $D=0.316$ m

Donc :

Le diamètre normalisé : DN =315 mm. Soit de type PEHD PN 16 bars de diamètre extérieur $D_{ext} = 315$ mm et de diamètre intérieur $D_{int} = 257.4$ mm. (Tableau de l'annexe II).

La vitesse sera : $V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_{int}^2} \rightarrow V = \frac{4 \times 0.1}{3.14 \times 0.2574^2} \rightarrow V = 1.92$ m/s

7.2. Caractéristiques des pompes

7.2.1. Débit de pompage (Q)

Les pompes sont dimensionnées sur les débits de pointe. Le débit de pointe à l'amont du poste de refoulement est 100 L/s. On retiendra donc un débit de pompage de 107 L/s.

7.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)

La hauteur manométrique totale (HMT) des pompes est la somme de la hauteur géométrique de refoulement et les pertes de charge linéaires (JL) et singulières (JS) [37]

$$HMT = H_g + J_L + J_S \quad (V.2)$$

Avec :

H_g : la hauteur géométrique (m)

J_L : les pertes de charge linéaires (m)

J_S : les pertes de charge singulières (m)

7.2.2.1. Hauteur géométrique (H_g)

La hauteur géométrique correspond à la dénivellation entre l'extrémité aval de la conduite de refoulement (point haut du refoulement) et le niveau bas d'aspiration dans la bache. Les côtes altimétriques caractéristiques du refoulement peuvent alors être estimées :

- Niveau bas d'aspiration : 540 m

- Extrémité aval de la conduite de refoulement : 561 m

$$H_g = 561 - 540 \quad \rightarrow \quad H_g = 21m$$

7.2.2.2. Les pertes de charge

Les pertes de charge sont la somme des pertes de charge linéaires et pertes de charge singulières :

➤ Les pertes de charge linéaires

D'après la formule de Darcy-Weisbach :

$$J_L = L \times \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (V.3)$$

Où :

L : La longueur de la conduite de refoulement (m)

λ : Coefficient de perte de charge

V : Vitesse moyenne du fluide dans la section considéré (m/s).

D : Diamètre de tuyau (m)

La valeur de λ est calculée d'après la formule suivante : [38]

$$\lambda = (-2 \log(\frac{\varepsilon}{D \times 3.7}))^{-2} \quad (V.4)$$

Avec :

ε : Rugosité équivalente de la paroi en m (0,1 à 1 mm)

$$\text{Donc :} \quad \lambda = (-2 \log(\frac{0.1}{2574 \times 3.7}))^{-2} \quad \rightarrow \quad \lambda = 0,015792$$

$$\text{Donc :} \quad J_L = 540 \times \frac{0.015792}{0.2574} \times \frac{1.92^2}{2 \times 9.81} \quad \rightarrow \quad J_L = 3,25m$$

➤ Les pertes de charge singulière

On a : $J_s = 10$ à 20 % de J_L

On peut déterminer la valeur des pertes de charge singulières en l'estimant à 15% de la perte de charge linéaire.

$$J_s = 15\% J_L \quad (V.5)$$

$$J_s = (0.15 \times 3.25) \quad \rightarrow \quad J_s = 0,49m$$

$$H_{mt} = 21 + 3.25 + 0.49$$

$$H_{mt} = 24,73m$$

7.2.2.3. Puissance absorbée (Pa)

La puissance est égale au travail effectué pendant l'unité de temps pour élever le débit correspondant à une hauteur égale à la hauteur manométrique totale d'élévation [37]

$$P = \frac{Q \times H_{mt} \times \rho \times g}{\eta_g} \quad (V.6)$$

Avec :

P : Puissance totale consommée [Wh]

ρ : Masse volumique [kg/m^3]

g : Accélération de pesanteur 9.81 m/s^2

Q : débit [m^3/s]

HMT : hauteur manométrique totale (m)

η_g : Rendement global du groupe motopompe ; avec : $\eta_g = Re \times Rh$

Re : Rendement du moteur électrique égal à 0,85

Rh : Rendement hydraulique de l'ensemble roue-volute, il est entre 0,6 à 0,7

On prend 0.66

$$P = \frac{0.1 \times 24.73 \times 1000 \times 9.81}{0.85 \times 0.66} \rightarrow P = 43916,177 \text{ Wh}$$

$$\rightarrow P = 43.92 \text{ KW}$$

7.3. Dimensionnement de la bache d'aspiration

7.3.1. Calcul du volume utile (Vu)

Le volume utile dans la bache est compris entre le niveau haut (niveau de démarrage de la pompe) et le niveau bas (niveau d'arrêt de la pompe)

La formule du volume utile est donnée : [38]

$$Vu = \frac{Q \times (1/n)}{4 \times (N-1)} \quad (V.7)$$

Avec :

V_u : Volume de marnage dans la bache d'eau entre le niveau haut de démarrage et le niveau bas d'arrêt (m^3)

Q : Débit de pompage (l/s) ; Q=107 l/s.

N : Nombre de pompes identiques et N-1 excluant la pompe de secours ;

n : nombre max de démarrage par heure est fonction de la puissance des groupes électropompes, afin de tenir compte de la fatigue de ceux-ci . On peut préconiser (avec P, puissance nominale du moteur)

$P < 4 \text{ KW}$: 10 démarrages par heure.

$P > 4 \text{ KW}$: 6 démarrages par heure.

t : Durée d'un cycle (en h), $t = 1 / n$; avec n le nombre maximum de démarrage par heure,

($t = 10 \text{ min}$).

$$Vu = \frac{107 \times 10^{-3} \times 60 \times 10}{4 \times (3 - 1)}$$

$$Vu = 8.025 \text{ m}^3$$

7.3.2. Calcul le volume mort V_{mort}

Le volume mort est défini par l'équation suivante :

$$V_{mort} = Q_p \times T \quad (\text{V.8})$$

Avec :

- T : temps de remplissage on choisit 30 secondes

- Q_p : le débit de pompage (l/s)

$$V_{mort} = \frac{107 \times 30}{3600}$$

$$V_{mort} = 3.21 \text{ m}^3$$

7.3.3. Dimensionnement de la longueur et la largeur de la bache

Le dimensionnement de la largeur et longueur de la bache, sont déterminées par l'équation suivant : [38]

$$l_b = 5L_p + 2e \quad (\text{V.9})$$

$$L_b = l_p + 6e$$

Avec :

- l_b : largeur de la base de bache en (m)

- L_b : longueur de la base de bache en (m)

- L_p : longueur de base de pompe (m) avec : $L_p = 0.508 \text{ m}$

- l_p : largeur de base de pompe (m) avec : $l_p = 1.213 \text{ m}$

- e : encombrement de la pompe en (m) $e = (0,35 \sim 1,0)$ en prendre $e = 0.35 \text{ m}$

Donc : $l_b = (5 \times 0.508) + (2 \times 0.35) \longrightarrow l_b = 3.2 \text{ m}$

Et : $L_b = 1.213 + (6 \times 0.35) \longrightarrow L_b = 3.3 \text{ m}$

7.3.4. Calcul la surface de la bache [38]

$$S = L_b \times B_b \quad (\text{V.10})$$

$$S = 3.2 \times 3.3$$

$$S = 10.73 \text{ m}^2$$

7.3.5. La hauteur utile (Hu)

La hauteur utile est le rapport du volume utile sur la surface utile de la bache [41]

$$H_u = \frac{8.025}{10.73} = 0.75 \text{ m} \quad (\text{V.11})$$

7.3.6. La hauteur morte

La hauteur morte est le rapport du volume morte sur la surface de la bache [41]

$$H_{morte} = \frac{3.21}{10.73} = 0.30 \text{ m} \quad (\text{V.12})$$

7.3.7. Calcul la hauteur de la station

➤ La profondeur totale (H)

H : côte de plancher de la station - Côte du radier de la bache à eau [41]

$$H = 544 - 539$$

$$H = 5 \text{ m}$$

7.3.8. Le volume total de la bache (V) [38]

$$V_{total} = S \times H \quad (\text{V.13})$$

$$V_{total} = 10.73 \times 5$$

$$V_{total} = 53.70 \text{ m}^3$$

7.3.9. Schéma des dimensions de la bache d'eau par logiciel CAPRARI

Le logiciel CAPRARI pour comparer nos résultats, C'est un logiciel qui permet de :

-Dimensionner la bache .

-Positionner la pompe .

- Et enfin choisir une pompe idéale adaptée à l'usage pour notre projet.

Le résultat obtenu pour la bache d'eau de la station de relevage de Chetouane représenté par logiciel CAPRARI dans le tableau suivant :

$$\text{Marnage de sécurité} = 40\%$$

Tableau V.2 : Les dimensions de la bache d'eau (CAPRARI)

	V_{utile} (m ³)	V_{morte} (m ³)	L_{bache} (mm)	l_{bache} (mm)	S_{bache}	H_{utile} (m)	H_{morte} (m)	H_{totale} (m)	V_{total}
La bache	8.03	3.17	3100	3200	10.73	0.75	0.3	5	11.2

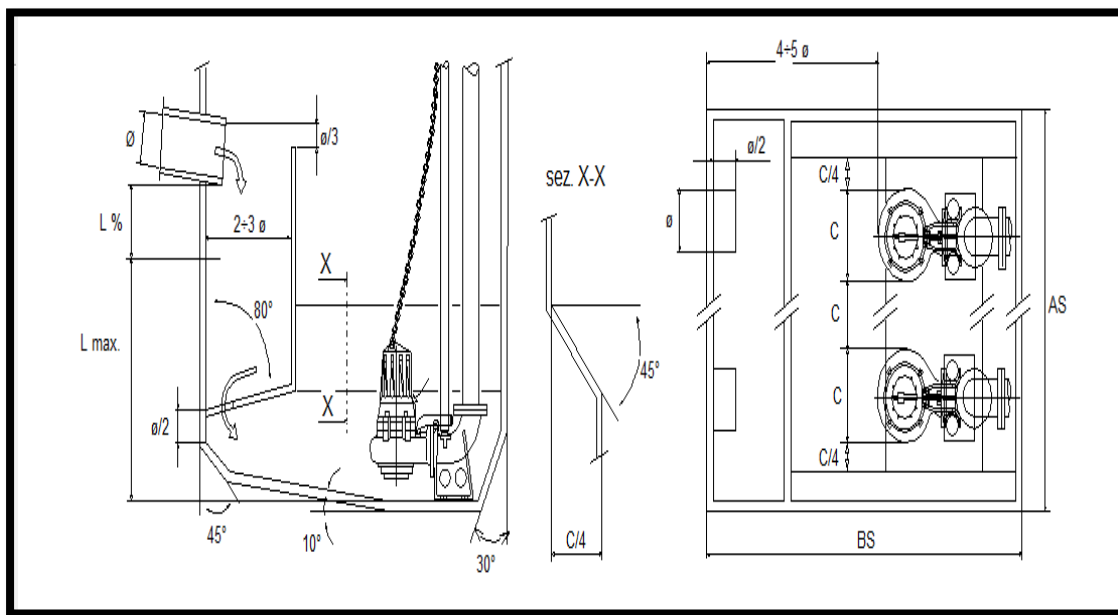


Figure V.3 : Schéma de plan de la bache d'eau .

Le résultat obtenu pour notre station relevage de Chetouane représenté dans les tableaux suivants :

Tableau V.3 : Résultats de détermination de HMT de la pompe.

	Q_{pompage} (l/s)	D_{int} (m)	D_{ext} (m)	V (m/s)	H_{géo} (m)	λ	J_L (m)	J_S (m)	H_{mt} (m)	η_g
Station de relevage	107	0.258	0.315	1.92	21	0.01579	3.25	0.49	24.73	0.56

Tableau V.4 : Résultats du dimensionnement de la bache.

	V_{utile} (m ³)	V_{morte} (m ³)	L_{pompe} (m)	l_{pompe} (m)	L_{bache} (m)	l_{bache} (m)	S_{bache} (m ²)	H_{utile} (m)	H_{morte} (m)	H_{totale} (m)	V_{total} (m ³)
La bache	8.025	3.21	0.508	1.213	3.3	3.2	10.73	0.75	0.30	5	53.70

On cherche dans le marché les pompes qui disponible et qui est les mêmes caractéristiques de notre pompe soit ($H_{MT} > H_{MT}$ calculé) et ($Q \geq Q$ calculé).

Les pompes qui seront utilisées seront de type CAPRARI, suite à ce choix les caractéristiques techniques donnée par le constructeur (**caprari**) seront utilisé pour tracer les courbes caractéristiques des pompes et le calcul de point de fonctionnement.

Les résultats obtenus sont résumés dans ce qui suit

Tableau V. 5 : Données caractéristiques de la pompe.

Q (l/s)	0	20.1	40.2	70.1	100	107	130
H (m)	39.7	38.5	33.5	29.6	26.3	25.6	23.6

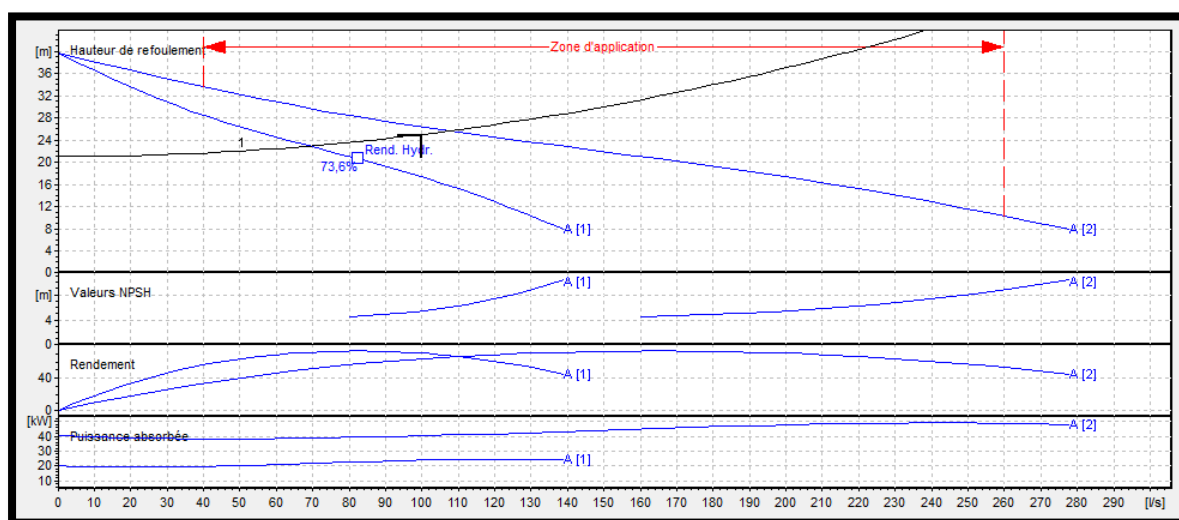


Figure V.4 : Courbes caractéristiques des trois pompes.

A partir de la courbe nous proposons trois pompes immergées (deux en marche et une pompe de secours) de type CAPRARI avec les caractéristiques suivantes :

$$Q=53.7 \text{ l/s}$$

$$H=25.6 \text{ m}$$

Numéro de série de la pompe dans le marché : KCM150NA+ 025042N1 de type électropompes immergés pour eaux chargées, la figure suivante représente schéma de la pompe.

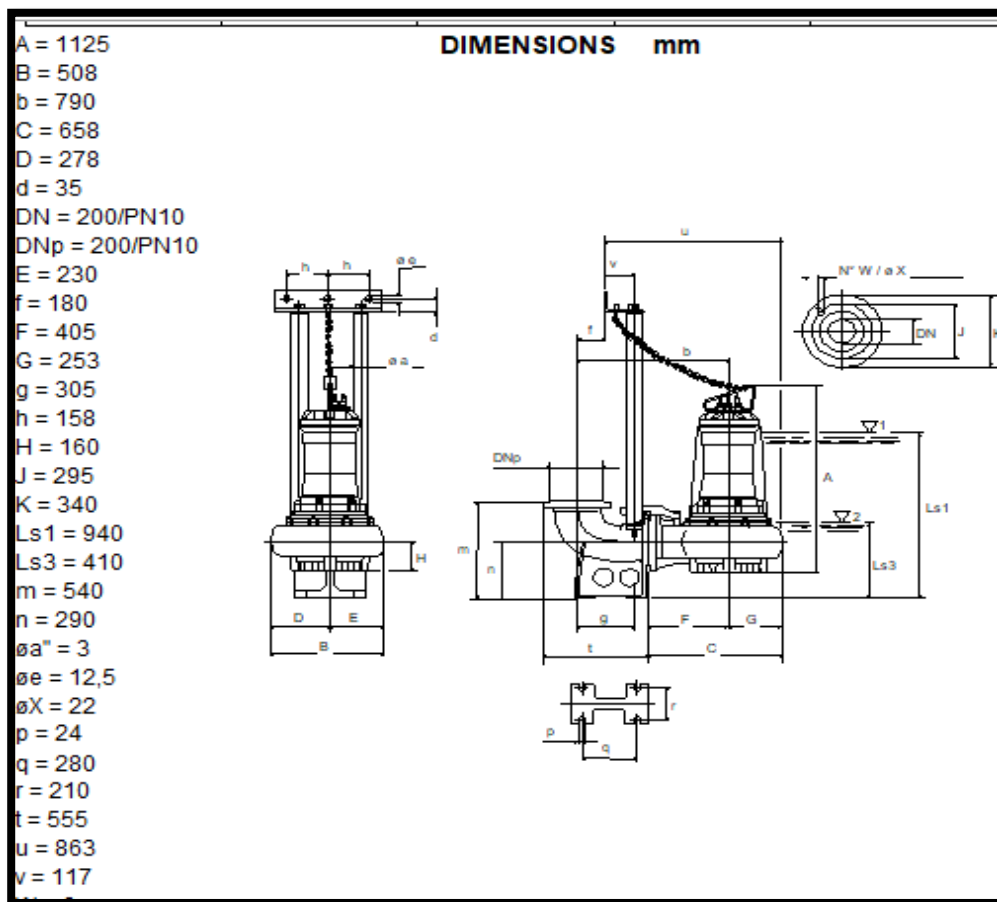


Figure V.5: Schéma de la pompe CAPRARI (CAPRARI caractéristiques technique)

➤ **Caractéristiques de la pompe**

$Q = 53,7 \text{ l/s}$

$H = 25,6 \text{ m}$

$H_{mt} H (Q=0) = 39,7 \text{ m}$

$P = 20,5 \text{ KW}$

Rendement = 66.1%

Roue type : Monocanal

Passage libre : 115 mm

➤ **Caractéristiques de moteur**

Fréquence : 50Hz

Tension nominale : 400 V

Vitesse nominale : 1450 1/min

Nombre de pôles : 4

Puissance P2 : 25kw

Degré de protection : IP 68

8. Etude électrique de la station de relevage STR

La station comprend les ouvrages suivants :

- La bache à eau,
- Local des pompes,
- Salle des armoires et commande des pompes.
- Local du groupe générateur de secours.
- Local du poste transformateur.
- Regards des vannes.

8.1. Données de base

- Débit total de refoulement : $Q_t = 107 \text{ l/s}$
- Débit unitaire de refoulement des pompes est de 53.7 l/s
- La hauteur manométrique totale est de 25.6 m
- Nombre de pompes est de : 2 unités
- Rendement du moteur : 0.8
- Rendement de la pompe : 0.66

8.2. Détermination de la puissance de la pompe [38]

$$P = \frac{Q \times H_{mt} \times g}{\eta_p} \quad (\text{V.14})$$

Avec :

P_p = puissance de la pompe (kw)

η_p = rendement de la pompe (%)

$$P_p = \frac{53.7 \times 25.6 \times 9.81}{0.66}$$

$$P_p = 20.43 \text{ KW} \approx 20.5 \text{ KW}$$

8.3. Détermination de la puissance du moteur [38]

$$P_m = \frac{P_p}{\eta_m} \quad (V.15)$$

Avec :

P_m : Puissance du moteur (kw)

η_m : Rendement du moteur (%)

$$P_m = \frac{20.43}{0.8} = 25.5 \text{kw}$$

8.4. Calcul du courant nominal

L'électropompe est entraînée par moteur asynchrone de puissance $P_m = 25 \text{ kw}$ [38]

$$I_n = \frac{P_m}{U_n \times \sqrt{3} \times \cos \phi} \quad (V.16)$$

U_n : Tension nominale du réseau triphasé 400 v à 50 hz.

$\cos \phi$ = Déphasage entre la tension et le courant.

$$I_n = \frac{25537.5}{400 \times \sqrt{3} \times 0.84}$$

$$I_n = 43.88 \text{ A}$$

9. Conclusions

La station de relevage de Chetouane et sa conduite de refoulement ont été dimensionnées par rapport aux rejets domestiques de pointe $Q = 100 \text{ L/s}$.

Pour les groupes électropompes, il a été calculé les caractéristiques suivantes : $Q = 107 \text{ L/s}$, $HMT = 25.6 \text{ m}$.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les eaux usées sont très polluées, leurs rejets directement dans le milieu récepteur naturel avec les eaux pluviales, engendre des problèmes de pollution et provoque l'eutrophisation des cours d'eau et la dégradation de leur qualité. Afin de préserver l'environnement, il est plus que nécessaire de procéder à un le traitement des eaux usées pour éliminer l'ensemble des éléments pollutions avant leur rejet.

Dons notre travail, nous avons essayé de consolider et de mettre en pratique toutes les connaissances théoriques acquises en matière d'hydraulique urbaine notamment en assainissement et les stations de relevages

Durant ce mémoire, on a les principaux ouvrages de relevage existant dans la zone d'étude « la commune de Chetouane » en actualisant les données de base nécessaire pour les calculs, tout en apportant des améliorations au réseau d'assainissement pour assurer le bon fonctionnement de ce dernier (dimensionnement des déversoirs d'orage, et l'ajout d'une pompe à sable au niveau de la bache de relevage).

A la fin de ces calculs et à travers les résultats de calcul obtenu, nous somme trouve :

- Le débit moyen totale de la commune de Chetouane égal à $0.127\text{m}^3/\text{s}$
- Le débit d'entrée de la station de relevage de Chetouane est égal à $0.020\text{ m}^3/\text{s}$ donc il représente 16% de débit moyen total .
- Les dimensions de la vis d'Archimède (Vis de recirculation) sont :
 - Un débit de $0.36\text{m}^3/\text{s}$.
 - Une vitesse de rotation de $44\text{tr}/\text{min}$.
 - Une longueur de 10.6 m.

Et un rendement hydraulique de 95%

- Dans la SR de Chetouane et pour les groupes électropompes, il a été calculé les caractéristiques suivantes : $Q = 107\text{ L/s}$; $\text{HMT} = 25.6\text{ m}$.

Donc ces résultats sont conformes à la réalité c'est-à-dire sont similaires qui se trouve dans la STEP d'Ain El Houtz.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] FANTAZI Bahi Eddine ; HARKAT Ibn Sinâa, 2017, Etude de la cavitation dans les pompes centrifuges, mémoire de master académique en génie mécanique, option : Energétique
- [2] BACHIR A, BEZZINA Ta, 2015, Etude des paramètres d'exploitation des deux stations de pompage SP2 et SP3 SONATRACH-DRGB, Bejaia , mémoire de master génie mécanique, option énergétique , Université de Béjaia
- [3] ABDELLAH BENKHATTOU H., 2012, Analyse et diagnostic des pompes industrielles (Etude de cas au niveau de HENKEL Ain Témouchent), Mémoire de master en Génie Mecanique, option : Maintenance industrielle, université de Tlemcen .
- [4] Brochure de pompes à vis d'Archimède de site internet, <https://www.landustrie.nl/fr/produits/pompage/pompes-a-vis-darchimede.html> (consulté 20/08/2020)
- [5] BASCAL BIGOT, Les pompes, cours CIRA, 1^{ère} année, <https://pdfslide.tips/documents/meca-flu-v-les-pompes-t-sti2dtechnologie-cours-cira-1ere-annee-3-pascal.html> (consulté le 2/09/2020)
<https://fr.scribd.com/document/187414162/pompes-pdf> (consulté le 2/09/2020)
- [6] Mathieu R., Cours sur les pompes G.I. D4.13/Chapitre 1c – pompes.16/11/2011, <http://genie.industriel.iaa.free.fr/telechargements/cours/D.4.13/CH1c.pompes/D4.13.Ch1.pompes.pdf> (consulté 06/09/2020)
- [7] BARBARULO R., ROUX C., 1985, Les pompes centrifuges, conceptions règles d'utilisation, Encyclopédie des sciences et des techniques industrielles, IHASA – Barcelone - Espagne,
- [8] DUPONT A., 1979, Hydraulique urbaine. tome2: Ouvrages de transport - Elévation et distribution des eaux, Ed. Eyrolles.
- [9] BOURRIER R., SATIN M., SELMI B., 2006, Guide technique de l'assainissement, Edition le Moniteur, 724 pages.
- [10] BENAZZOUZ, 2007, Stations de pompage et de relevage des eaux usées, Cours Sur Les Stations de Pompage,

https://kupdf.net/download/cours-sur-les-stations-de-pompage_5bf5ce6de2b6f51336765a8a_pdf (Consulté 06/09/2020)

[11] BEKKARI M. E. et BARKA O., 2018, Automatisation d'une station de pompage à l'aide d'un API S7-1200, Mémoire de master professionnel en Génie Électrique Spécialité : instrumentation industrielle, Université Ouargla.

[12] ZINSALO J. M., note de cours : Pompes et stations de pompes, Université d'abomey Calavi, Ecole polytechnique d'abomey Calavi, BENIN.

https://www.academia.edu/7509868/Pompes_et_Stations_de_Pompage (Consulté le 20/06/2020)

[13] BENARIBA H., 2015, Utilisation d'un outil de calcul pour le dimensionnement d'un réseau d'assainissement : étude de cas d'une zone de la ville de Souahlia, Mémoire de Master En Hydraulique, Option : Technologie de traitement des eaux, Université de Tlemcen.

[14] Collection technique CIMBÉTON, 2004, Ouvrages D'assainissement En Béton, Tome 1, Assainissement collectif - Conception et réalisation, Réalisation graphique : DBG Studios - S2109.

[15] TRIANTAFILLOU C., 1987, La dégradation et la réhabilitation des réseaux d'assainissement France-Angleterre Etats-Unis, Thèse de doctorat en Science et technique de l'environnement, Université de Paris Val de marne

[16] HAMIDI M., Contribution au diagnostic de dégradation du réseau d'assainissement de la ville de Touggourt, mémoire de Magister, université d' Ouargla.

[17] Ecole marocaine d'ingénierie, Réseaux d'assainissement urbain, <https://fr.scribd.com/doc/114997984/Cours-Assainissement-Chapitre-1-Et-2-EMG>. (Consulté le 10/10/2020)

[18] ALIA O., MERAGHNI M. S., 2019, Etude du réseau d'assainissement et station de relevage a la cite moujdahidine dans la commune de Taghzout, Projet de fin d'études de master en hydraulique, option conception et diagnostic du système d'AEP et d'assainissement, Université El Oued.

- [19] Hydraulique Urbaine, Etude et Chantier, Espace d'information hydraulique, eau, cycle de l'eau, qualité de l'eau, inondation, pollution de l'eau, assainissement, eau potable, <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/> (Consulté 01/10/2020).
- [20] CHELGHOUM.R., 2018, Diagnostic du Réseau d'Assainissement de la Commune d'EL FEDJOUJ, Mémoire de Master Option : Hydraulique urbain , Université de Guelma .
- [21] TOURABI R., 2015, Etude d'un réseau d'assainissement de l'UC 08 flanc nord Chetouane –Tlemcen, Mémoire de Master Option Hydraulique urbain, Université de Tlemcen
- [22] ZEBIRI M. A., SAADANE A., 2019, Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement de Draa Erich et la simulation à l'aide du logiciel Sewer-Cad, Mémoire de master hydraulique urbaine, Université Annaba
- [23] CHERIF F. Z., 2015, Etude critique et modélisation du réseau d'AEP du chef-lieu de Chétouane, Mémoire de Master en Hydraulique, Option : Eau, Sol et Aménagement, Université de Tlemcen.
- [24] BOUGUETTAYA K., 2011, Contribution à l'étude de l'aléa érosif sur la biologie de *Vitis vinifera* L. dans la région de Tlemcen, Mémoire de magister en sciences Agronomiques, Option : Systèmes de cultures intégrés et gestion conservatoire, Université de Tlemcen.
- [25] BENSAYAH N. A., LEKEHAL I., 2017, L'étude des systèmes de collecte et épuration des eaux usées du Groupement urbain de Tlemcen, Mémoire de master en Hydraulique, Option : Eau, Sol et Aménagement, Université de Tlemcen.
- [26] FELLAH H. S., 2012, La cartographie de vulnérabilité et du risque de pollution des eaux souterraines dans le groupement urbain de Tlemcen, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Option : Eau, Sol et Aménagement, Université de Tlemcen.
- [27] KADAOUI N., ZIRAR A., 2017, Contribution à l'étude de la qualité des eaux dans un réseau d'alimentation en eau potable- Cas du chef-lieu de Chetouane, Mémoire de Master en Hydraulique, Option : Hydro-informatique, Université de Tlemcen.
- [29] ABDELBAKI C., ZEROUALI M., 2012, Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information

Références bibliographiques

géographique - cas du chef-lieu de commune de Chetouane-wilaya de Tlemcen, Algérie, *LARHYSS Journal*, N°10

[30] BENMOUSSAT.A, 2012, Impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux souterraines à travers le bassin de la Tafna, Mémoire de Magister en Hydraulique, Option : Mobilisation et protection des ressources en eau, Université de Tlemcen.

[31] MADANI YOUSFI K., NEHARI S. M., 2017, Mise en place d'un outil de gestion des réseaux d'assainissement, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Option : Hydro-informatique, Université de Tlemcen.

[32] Guide technique , memnto technqie 2017 astee « Conception et dimensionnement des systèmes des eaux pluviales et de collecte des eaux usées »

[33] SERRAY S., GURRADI N., 2003, Contribution à l'étude de la conception et dimensionnement des stations de pompage (eaux chargées) vallée de Ouargla, Mémoire de Master en Hydraulique saharienne, Université d'Ouargla.

[34] DUC (direction de l'urbanisme et de la construction de la Wilaya de Tlemcen), 2014, Plan d'occupation du sol UC 08 commune de Chetouane , Phase 01 : Diagnostique, Analyse et propositions d'aménagement.

[35] ONA, 2005, Fiche technique de la station d'épuration STEP de Ain El Houtz de la ville de Tlemcen.

[36] MOREL M. A., 1993, Exercices de mécanique des fluides, Tome 2, turbomachines-constructions graphiques phénomènes transitoires, Edition Eyrolles.

[37] GUENDOUZ Z., MEKKI N., 2019, Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi – Aich (Béjaia), Mémoire de Master Académique, en Hydraulique urbain , Université de M'sila .

[38] MEKHICI M., 2016, Dimensionnement d'une station de relevage et conduite de refoulement vers la station de Bouzedjar, Mémoire de Master en Hydraulique, Spécialité : Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université de Ain Témouchent.

Références bibliographiques

[39] DJILLAI N, 2016, Identification et conception des ouvrages annexes du système d'assainissement de la ville de Bejaia ,Mémoire de Master Académique, en Hydraulique urbain , Université de Bejaia.

[40] KORICHI M , 2016, Exploration fonctionnelle d'un modèle de la pompe Air lift, Mémoire de Master, en Hydraulique urbain , Université de M'sila.

Annexes

**Annexe I : Valeurs des précipitations moyennes mensuelles de la station Zenata de
2005 à 2018 (valeurs exprimées en mm).**

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
2005	22,1	55,38	49,02	12,96	0,51	0,76	0	0	25,15	5,08	5,08	6,61	182,65
2006	37,6	53,33	22,35	8,12	24,39	3,05	0,51	3,05	18,04	13,2	8,63	35,05	227,32
2007	16,76	21,09	33,87	92,2	4,06	0	0	0,76	11,94	55,87	58,16	8,12	302,74
2008	18,03	27,18	16,67	1321	33,02	2,54	0	0	32,24	107,2	73,67	104,66	428,49
2009	111,27	44,2	19,81	4446	6,1	2,04	0	0	91,94	2,03	12,45	40,41	374,71
2010	55,63	36,83	69,09	2819	17,53	14,48	0,51	14,73	5,58	61,2	24,39	42,43	370,59
2011	26,16	30,98	38,6	62,23	58,42	27,69	0	3,05	3,05	47,24	69,08	28,96	395,46
2012	20,57	43,69	23,11	32,27	8,89	1,02	4,06	0	36,83	36,07	132,68	1981	359
2013	100,07	39,12	65,53	66,82	46,47	0	0,76	0,5	18,29	0	52,58	84,1	474,24
2014	53,07	52,81	33,28	6,1	17,27	12,7	0	0,25	14,73	8,64	51,05	95,01	344,91
2015	18,03	27,18	16,67	1321	33,02	2,54	0,51	14,73	5,58	61,2	24,39	42,43	783,64
2016	55,63	36,83	69,09	2819	17,53	14,48	0,51	3,05	32,24	107,2	73,67	104,66	256,4531
2017	37,6	53,33	22,35	8,12	24,39	3,05	4,06	0,25	3,05	47,24	69,08	28,96	301,48
2018	26,16	30,98	38,6	62,23	58,42	27,69	0,76	0,5	14,73	8,64	51,05	95,01	414,77
Moyen	38,09	41,51	39,92	33,02	21,21	4,11	0,6	2,16	26,31	31,74	46,97	50,96	342,68

(Source ONM)

**Annexes II : Diamètre des conduites PEHD proposée par le fabricant du *GROUP*
CHILALI**

Tableau : Diamètre normalisés des conduites de type PEHD

PE 100				
Ø	PN 6 SDR 26	PN 10 SDR 17	PN 16 SDR 11	PN 20 SDR 9
90	3.5	5.4	8.2	10.1
110	4.2	6.6	10.0	12.3
125	4.8	7.4	11.4	14.0
160	6.2	9.5	14.6	17.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9
315	12.1	18.7	28.6	35.2
400	15.3	23.7	36.3	44.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8
630	24.1	37.4	57.2	---

Épaisseur nominale en mm

Annexes III : Les dimensions de la STEP de AIN EL HOUTZ en trois états différents

Les ouvrages	Dimensions existants (2005)	Dimensions en 2019	Dimensions en 2030
Dégrilleur manuel	Largeur = 1,8m Inclinaison = 60% Ecartement entre les barreaux = 50 mm	Largeur = 1,89m Inclinaison = 60% Ecartement entre les barreaux = 50 mm	Largeur = 1,94m Inclinaison = 60% Ecartement entre les barreaux = 50 mm
Dégrilleur automatique	Largeur = 1m Inclinaison = 60% Ecartement entre les barreaux = 20 mm	Largeur=1.01m Inclinaison=60% Ecartement entre les barreaux = 20 mm	Largeur = 1.04m Inclinaison = 60% Ecartement entre les barreaux = 20 mm
Déssableur Dégraisseur	Largeur = 4m Longueur = 26m Surface = 104m ²	Largeur = 5.4m Longueur = 25m Surface = 136.2m ² Volume = 340.5m ³	Largeur = 5.6m Longueur = 25m Surface = 139.8m ² Volume = 349.6m ³
Bassin d'aération	Il y a 4 bassins, les dimensions de chaque bassin est : Volume = 4723 m ³ Largeur = 17,5 m Longueur = 55,5 m Surface = 1026,75 m ² Hauteur = 4,6 m	Il y a 4 bassins, les dimensions de chaque bassin est : Volume = 4787m ³ Largeur = 18,8m Longueur = 55,5 m Surface=1040.7m ² Hauteur=4,6 m Tempes de séjour=2.2h	Il y a 4 bassins, les dimensions de chaque bassin est : Volume = 5782m ³ Largeur = 22.6 m Longueur = 55,5 m Surface = 1256.2 m ² Hauteur = 4,6 m Tempes de séjour = 2.8h
Clarificateur	Chaque clarificateur a dimensions : Diamètre = 46 m Surface = 1661m ² Hauteur = 4 m Volume = 6644 m ³	Chaque clarificateur a dimensions : Diamètre = 46 m Surface = 1661m ² Hauteur = 4 m Volume = 6644 m ³	Chaque clarificateur a dimensions : Diamètre = 46 m Surface = 1661m ² Hauteur = 4 m Volume = 6644 m ³