



## Département de Génie de l'Eau

### Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme  
de Licence professionnelle en :

**Génie de l'eau**

### Thème :

**Etude d'adduction en eau potable des communes côtières  
(Mizrana, Iflissen, Tigzirt, Azzefoune, Ait Chafaa) de la  
wilaya de Tizi-ouzou à partir de la station de dessalement  
des eaux de mer Thamda Ouguemoun Tizi-ouzou**

**Réalisé par :**

-M<sup>r</sup> : LOUAIL Boumedien

**Encadré par :**

-M<sup>me</sup> : HAMZAOUI Sara

**Tuteur de l'entreprise :**

- M<sup>r</sup> : MAGHRAOUI Taquieddine

**Corrigé par :**

-M<sup>me</sup> : REZIG Amina

-M<sup>me</sup> : BOUAKLINE Hanane

## *REMERCIEMENTS*

Tout d'abord, je voudrais remercier Dieu Tout-Puissant de m'avoir hébergé compte tenu du courage et des moyens de faire cet humble travail qui a mené à mon diplôme.

Je tiens à remercier ma superviseure universitaire, Mme Hamzaoui.S pour son aide inestimable, ses conseils et son temps pour moi.

Je remercie également tous mes professeurs de l'Institut de Technologie pour leur contribution à ma formation durant les trois années d'études.

Nous adressons nos sincères remerciements au Groupe AMENHYD SPA et à mon tuteur Mr. Taquieddine M pour tout le soutien qu'ils m'ont apporté.

J'adresse également mes sincères remerciements aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont offert, de près ou de loin, de l'aide et des encouragements pour terminer ce travail

# *Dédicace*

Je dédie cet humble travail :

A ceux qui m'ont soutenu tout au long de mes études, et qui ont toujours été avec moi Poussé sur le chemin de la connaissance, à la source de l'amour et de la passion, Les deux personnes les plus chères au monde, Chère **MAMA**, Cher **PAPA**

A tous mes frères et sœurs

A ma petite sœur *Asma Nour Elahlem*

Toute la famille Louail sans exception

A tous mes collègues *Khalil et Mouad, Ahmed, Nejmeddien, Younes, Islam, Badis, Sohaib, Abd Elatif, Mohammed, Fateh...*

A tous mes amis de promotion 2018 d'hydraulique.

## ملخص :

نظرا للنقص الذي تعاني منه البلديات الساحلية (ميزرانة، تيقزيرت، افليس، ازفون، ايت شافع) ولاية تيزي وزو من المياه الصالحة للشرب.

قدمنا مشروع توفير مياه الشرب من محطة تحلية مياه البحر لتلبية الاحتياجات مياه الشرب للبلديات السابق ذكرها من خلال هذه المذكرة سندرس كل النقاط الضرورية لنقل المياه من محطة التحلية الي خزانات المياه، بداية من حساب الاحتياجات المستقبلية الي حساب احجام الخزانات المائية، بالإضافة الي تحديد ابعاد قنوات الامداد لمجموع طولي مقرب 27638 كم (6634 كم ضخ و 21004 كم تدفق جاذبي)، وأخيرا اختيار المضخات لثلاث محطات ضخ.

**كلمات مفتاحية:** أنبوب، تحجيم، ضخ، خزان

## Résumé :

Vu le déficit que subissent les cinq communes (Mizrana, Iflissen, Tigzirt, Azzefoune, Ait Chafaa) de la wilaya de Tizi-Ouzou en eau potable.

Nous avons présenté un projet de renforcement par l'eau potable à partir la station dessalement d'eau de mer de Thamda Ouguemoun (W. Tizi-Ouzou) afin de couvrir besoins en eau potable des communes suscitées.

A travers ce mémoire on va étudié les points nécessaires afin d'acheminer l'eau de la station de dessalement vers les réservoirs de distribution, en commençant par le calcul des besoins en eau futurs, pour calculer les volumes des réservoirs d'eau, puis la détermination des dimensions des conduites de l'adduction pour une longueur totale de 27638 km (6634 km de refoulement et 21004 km d'adduction gravitaire), et finalement le choix des pompes des trois stations de pompage.

**Mots-clés :** conduite, dimensionnement, pompe, réservoir.

## Abstract:

Considering the deficit of drinking water supply suffered by the five municipalities (Mizrana, Iflissen, Tigzirt, Azzefoune, Ait Chafaa) of Tizi-Ouzou wilaya, we presented a water supply reinforcement project from the Thamda Ouguemoun seawater desalination station in order to meet the drinking water needs of the municipalities of the wilaya.

Through this report we studied the necessary points in order to convey the water from the desalination station to the distribution tanks, beginning with the calculation of future requirements to calculate the volumes of water tanks, then to determine the dimensions of supply channels for a total length of 27,638 km (6634 km by pumping and 21,004 km by gravity flow), and finally the choice of pumps of three pumping stations.

**Keywords:** Tube, scale, Pump, Tank.

# Sommaire

List des figures	
List des tableaux	
Liste d'abréviation	
Introduction générale .....	1
Chapitre I Présentation de l'entreprise	
Introduction .....	2
I.1. Présentation AMENHYD SPA .....	2
I.1.1. Localisation géographique .....	2
I.2. Le groupement AMENHYD SPA .....	3
I.2.1. AMENHYD SPA (Aménagement Environnement et Hydraulique) .....	3
I.2.2. ALCAHYD (Algérienne des Canalisations Hydrauliques) .....	3
I.2.3. AZROU (Concassage et d'exploitation de Carrière).....	3
I.2.4. BECATA (Bureau d'Engineering de Consulting et d'Assistance Technique) .....	3
I.2.5. CHT (CHELGHOUM Transport).....	3
I.2.6. AZAR-AGRO .....	3
I.2.7. Logos des filières du groupe d'AMENHYD .....	4
I.3. Les projets réalisés par l'entreprise .....	4
I.3.1. Traitement des eaux .....	4
I.4.2. Station de déminéralisation .....	4
I.4.3. Stations d'épuration (STEP) des eaux usées par lagunage .....	4
I.4.4. Assainissement.....	4
Conclusion .....	4
Chapitre II Présentation de la zone d'étude	
Introduction .....	5
II.1. Présentation de site .....	5
II.1.1. Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou .....	5
II.1.2. Situation topographique .....	5
II.1.3. Situation géographique de la zone d'étude .....	6
II.1.3.1. Commune de mizrana.....	6
II.1.3.2. Commune de tizirt.....	6
II.1.3.3. Commune d'Ifflissen .....	6
II.1.3.4. Commune azzefoune .....	6
II.1.3.5. Commune ait Chafaâ.....	7
II.1.4. Situation climatologique .....	7
II.1.4.1. Température .....	7
II.1.4.2. La pluviométrie .....	8
II.1.4.3. Relief .....	9
II.2. Caractéristique du projet .....	9
II.2.1. Site Sdem Thamda Ouguemoun.....	9
Conclusion .....	9

## Chapitre III Estimation des besoins

Introduction .....	10
III.1. Evaluation de la population .....	10
III.1.1. Choix de la norme de consommation (dotation).....	11
III.1.2. Évaluation de la consommation moyenne journalière .....	11
III.1.3. Evaluation de la demande en eau brute.....	12
III.1.3.1. Evaluation des besoins en eau permanente .....	12
III.1.3.2. Evaluation des besoins saisonniers .....	12
III.1.4. Détermination de la demande nette max .....	13
III.1.4.1. Les besoins permanente maximale.....	14
III.1.4.2. Les besoins saisonniers maximale.....	14
III.1.5. La demande nette max total.....	15
Conclusion .....	15

## Chapitre IV Etude du réseau d'adduction

Introduction .....	16
IV.1. Type d'adduction .....	16
IV.1.1. Adduction gravitaire .....	16
IV.1.2. Adduction par refoulement .....	16
IV.1.3. Adduction mixte.....	16
IV.2. Choix du tracé.....	16
IV.3. Choix du type de conduites.....	17
IV.3.1. Conduite en acier .....	17
IV.3.2. Conduite en PEHD.....	17
IV.4. Conditions économique .....	18
IV.5. Les tronçons de cette étude.....	18
IV.6.1. Le schéma de réseau d'adduction .....	19
IV.6. Les lois de dimensionnement l'adduction par refoulement.....	20
IV.6.1. Calcul du diamètre économique.....	20
IV.6.2. Vitesse d'écoulement .....	20
IV.6.3. Pertes de charge .....	20
IV.6.4. Nombre de REYNOLDS .....	21
IV.6.5. Détermination de la hauteur manométrique totale (Hmt) .....	21
IV.7. Les résultats de dimensionnement du réseau d'adduction.....	22
IV.7.1. Adduction par refoulement .....	22
IV.7.2. Calcul de suppressions et de dépressions dans les conduites de refoulement ....	24
IV.7.2.1. Résultats de calcul de suppression et de dépression .....	25
IV.7.3. Adduction gravitaire .....	26
IV.7.4.1. Calcule de diamètre économique .....	26
IV.7.4.2. Les résulte de Dimensionnement .....	26
IV.8. Récapitulatif des résultats .....	28
IV.9. Les Equipements de l'adduction.....	28
IV.9.1. Ventouse.....	29
IV.9.2. Vidange .....	29

IV.9.3. Robinet et vanne.....	29
IV.9.4. Clapets.....	29
Conclusion.....	29
<b>Chapitre V Les réservoirs</b>	
Introduction .....	30
V.1. Utilités des réservoirs .....	30
V.2. Emplacement du réservoir .....	30
V.3. Classification des réservoirs .....	31
V.4. Choix du type du réservoir .....	31
V.5. Equipements du réservoir .....	32
V.5.1. Conduite d'arrive ou d'alimentation.....	32
V.5.2. Conduite de départ .....	32
V.5.3. Conduite de trop-plein .....	33
V.5.4. Conduite de vidange.....	33
V.5.5. Conduite de By-pass .....	33
V.6. Matérialisation de la réserve incendie .....	34
V.6.1. Système à deux prises .....	34
V.6.2. Système à siphon.....	35
V.7. Calcul de la capacité des réservoirs de stockage .....	37
V.7.1. Méthode Analytique.....	37
V.7.2. Diamètre du réservoir.....	37
V.7.3. La hauteur de la réserve d'incendie .....	38
V.8. Détermination de la capacité des réservoirs .....	38
V.8.1. Dimensionnement de la bache de reprise de la station de pompage (SP1).....	38
V.8.2. Dimensionnement du réservoir tampon .....	39
V.8.2.1. Dimensionnement de réservoir Thamda (RT).....	39
V.8.2.2. Dimensionnement du réservoir Ighil Nath Djennad (Rind).....	41
V.8.2.3. Dimensionnement de réservoir agouni Gaughram (RAG).....	42
V.8.2.4. Dimensionnement de réservoir Tête Tleta (RTT) .....	44
V.10. Récapitulatif des résultats .....	47
Conclusion.....	47
<b>Chapitre VI Choix de pompe</b>	
Introduction .....	48
VI.1. Choix d'emplacement de la station de pompage .....	48
VI.2. Choix du type de pompe .....	48
VI.3. Choix du nombre de pompes .....	49
VI.4. Caractéristiques de pompes .....	49
VI.5. Classification des pompes.....	49
VI.5.1. Les pompes volumétriques.....	49
VI.5.2. Les turbopompes .....	50
VI.5.2.1. Suivant la forme de la roue.....	50
VI.5.2.2. Suivant le nombre de roues .....	50
VI.5.2.3. Suivant la position de son axe .....	51

VI.6. Le point de fonctionnement de la pompe .....	51
VI.6.1. Caractéristiques hydrauliques d'une pompe .....	51
VI.6.1.1. La courbe hauteur-débit ( $H = f(Q)$ ).....	52
VI.6.1.2. La courbe rendement-débit ( $\eta = f(Q)$ ).....	52
VI.6.1.3. La courbe des puissances absorbées-débit ( $P = f(Q)$ ) .....	52
IV.9. Couplage des pompes .....	52
IV.9.1. Couplage en série .....	52
IV.9.2. Couplage en parallèle.....	52
IV.10. Choix du type de pompe dans la station de pompage SP1 .....	53
IV.10.1. Caractéristique de la pompe SP1 .....	53
V.10.1.1. Données techniques et Caractéristiques de la pompe PM 150/ 8 A.....	53
V.10.1.2. Réalisation du point de fonctionnement.....	54
V.10.2. Caractéristique de la SP2 et SP3 .....	55
V.10.2.1. Données techniques et Caractéristiques de la pompe PM 125/ 3 A.....	55
V.11. Etude de la cavitation.....	56
V.11.1. Vérification de la cavitation SP1 .....	58
V.11.2. Vérification de la cavitation SP2 et SP3 .....	58
V.12. Récapitulation des résultats choix de pompe.....	59
Conclusion .....	59
Conclusion générale .....	60

Bibliographie

Annexe

## LIST DES FIGURES

<b>Figure I. 1</b> : Localisation de la direction d'AMENHYD SPA (Bab-Ezzouar, Alger).....	2
<b>Figure I. 2</b> : Logue des filiales de l'entreprise .....	4
<b>Figure II.3.</b> Carte de la wilaya de Tizi-Ouzou [14].....	5
<b>Figure II.4.</b> Les 05 communes de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	7
<b>Figure II.5.</b> Diagramme climatique de la wilaya de Tizi Ouzou (2020).....	8
<b>Figure II.6.</b> Variations moyennes mensuelles de la précipitation pour la Période de 1997-2006.....	8
<b>Figure II.7.</b> Site Sdem Thamda Ouguemoun .....	9
<b>Figure IV.8.</b> : Schéma de réseau d'adduction .....	19
<b>Figure V.9.</b> Emplacement d'un réservoir [4] .....	31
<b>Figure V.10</b> : conduite d'arrivée avec chute libre.....	32
<b>Figure V.11</b> : conduite d'arrivée noyée .....	32
<b>Figure V.12</b> : Départ de la distribution.....	33
<b>Figure V.13</b> : trop plein et vidange .....	33
<b>Figure V.14.</b> By-pass.....	34
<b>Figure V.15.</b> Système à deux prises .....	34
<b>Figure V.16.</b> Système à siphon.....	35
<b>Figure V.16.</b> Schéma général d'un réservoir.....	36
<b>Figure VI.18</b> : Pompe centrifuge, Pompe hélico-centrifuge et Pompe axiale.....	50
<b>Figure VI.19</b> : courbe de point de fonctionnement d'une pompe .....	51
<b>Figure VI.20</b> : Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.....	52
<b>Figure VI.21</b> : les Courbes caractéristique de la station SP1 .....	54
<b>Figure VI.22</b> : les Courbe caractéristique de la station SP2.....	56
<b>Figure VI.23</b> : Effet de la cavitation.....	57

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau II.1.</b> Valeurs des précipitations moyennes mensuelles pour la période (1997 2006) .	8
<b>Tableau III.2.</b> Variation de la population des cinq communes.....	11
<b>Tableau III.3.</b> Les besoins en eau permanente des (05) communes de la wilaya de Tizi Ouzou. ....	12
<b>Tableau III.4.</b> Les besoins saisonniers des (04) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou consternée au tourisme [3]. ....	13
<b>Tableau III.5.</b> La demande max des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou des.....	14
<b>Tableau III.6.</b> La demande des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou des besoins saisonniers .....	14
<b>Tableau III.7.</b> La demande nette max des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	15
<b>Tableau IV.8.</b> Les données des tronçons refoulement .....	22
<b>Tableau IV.9.</b> Calcule de la HMT du 1 <sup>er</sup> tronçon.....	23
<b>Tableau IV.10.</b> Calcule de la HMT du 2 <sup>eme</sup> tronçon .....	23
<b>Tableau IV.11.</b> Calcule de la HMT du 3 <sup>eme</sup> tronçon .....	23
<b>Tableau IV.12.</b> Calcule de la HMT du 4 <sup>eme</sup> tronçon .....	24
<b>Tableau IV.13.</b> Résultats de calcule de surpression et de dépression des tronçons de refoulement.....	25
<b>Tableau IV.14.</b> Les données du tronçon gravitaire .....	27
<b>Tableau IV.15.</b> Les résultats de calcul hydraulique de 1er tronçon :.....	27
<b>Tableau IV.16.</b> Le calcul hydraulique de 2eme tronçon .....	27
<b>Tableau IV.17.</b> Le calcul hydraulique du 3eme tronçon.....	28
<b>Tableau IV.18.</b> Récapitulatif des résultats .....	28
<b>Tableau V.19.</b> Les résulte de dimensionnement les bâche de reprise .....	39
<b>Tableau V.20.</b> Capacité du réservoir Tampon Thamda (RT).....	39
<b>Tableau V.21.</b> Le résultat de dimensionnement de réservoir tampon (RT) .....	40
<b>Tableau V.22.</b> Capacité du réservoir Tampon (RIND) .....	41
<b>Tableau V.23.</b> Le résulte de dimensionnement de réservoir (RIND).....	42
<b>Tableau V.24.</b> Capacité du réservoir Agouni Goughran (RAG) alimentant Mizrana .....	43
<b>Tableau V.26.</b> Les résulte de dimensionnement de réservoir (RAG) .....	44
<b>Tableau V.27.</b> Capacité du réservoir Tête Tleta (RTT) alimentant Tigzirt et Ifflissen.....	45
<b>Tableau V.29.</b> Les résultats de dimensionnement de réservoir (RTT) .....	46
<b>Tableau V.30.</b> Le récapitulatif des résultats.....	47
<b>Tableau VI.31 :</b> Récapitulation des résultats choix de pompe.....	59

## LISTE D'ABREVIATION

- a : La célérité de l'onde (m/s).
- B : La valeur de coup de bélier (m).
- C<sub>h</sub> : consommation horaire.
- CR : Côte radié (m).
- CTNa : Côte terrain naturel arrive (m).
- CTNd : Côte terrain naturel départ (m).
- CTP : Côte trop plein (m).
- D : Diamètre de la conduite (m).
- DN : Diamètre normalisée de la conduite (m).
- e : Epaisseur de la conduite (m).
- g : Accélération de la pesanteur en (m<sup>2</sup>/s).
- H<sub>a</sub> : Hauteur d'aspiration en (m).
- H<sub>g</sub> : Hauteur géométrique en (m).
- H<sub>mt</sub> : Hauteur manométrique totale (m).
- H<sub>0</sub> : Pression absolue de la conduite.
- ΔH<sub>T</sub> : Perte de charge totale (m,c,e).
- K : Coefficient dépendant de la nature de la conduite.
- K<sub>max j</sub> : Coefficient d'irrégularité maximal.
- L : Langueur total de la conduite en (m).
- Le : Langueur équivalent (m)
- n : Nombre d'année.
- (NPSH)<sub>d</sub> : Charge nette minimale disponible à l'aspiration (m).
- (NPSH)<sub>r</sub> : Charge nette minimale requise à l'aspiration (m).
- P(%) : Résidu maximum dans le réservoir.
- PN : pression nominale (bar).
- Q<sub>p</sub> : Débit de pompage dans la conduite (m<sup>3</sup>/s).
- Q<sub>moy j</sub> : Débit moyenne journalier.
- Q<sub>max j</sub> : Consommation maximum journalier.
- Dot : Dotation moyenne journalière des consommateurs en (l/j/hab).
- RAG : réservoir Agouni Goughrane.
- RIND : réservoir Ighil n Ath Djennad.
- RT : réservoir thamda.
- RTT : réservoir T.tleta.
- Re : Nombre de Reynolds.
- SDEM : station dessalement des eaux de mer.
- SP : station de pompage.
- T : Nombre d'heure de pompage (h).
- V : Vitesse d'écoulement en (m/s).
- V<sub>t</sub> : Volume total du réservoir (m<sup>3</sup>).
- V<sub>inc</sub> : Volume d'incendie.
- η : Rendement de la pompe (%).

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

### Introduction générale

L'eau est indispensable à l'existence, au développement et à la vie de l'homme, On l'appelle aujourd'hui « l'or bleu », c'est un besoin fondamental, irremplaçable et chaque être humain a le droit à l'eau. Depuis la nuit des temps, l'un des principaux soucis de toute civilisation est l'approvisionnement en eau potable et l'histoire en est témoin, vu que les premières civilisations humaines ont pris naissance aux bords de grands fleuves, l'eau fut transportée en utilisant des moyens traditionnels et peu efficaces de la source aux consommateurs. Les activités économiques développées ces dernier temps sont en grande partie liées à la présence de l'eau. Vu l'évolution du mode de vie, la croissance démographique et le développement de l'agriculture, les ressources actuelles ne peuvent plus satisfaire les besoins. En effet l'Algérie a fait des investissements énormes dans le cadre du dessalement de l'eau de mer. Il poursuit ses efforts dans la mobilisation et le traitement des eaux pluviales afin de promouvoir leur utilisation à des fins domestiques et agricoles. La station de dessalement a été construite pour répondre à la demande croissante de manière qualitative et quantitative, conformément aux plans de développement nationaux et aux souhaits des villes côtières, comme c'est le cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Dans le cadre de préparation du projet de fin d'études, j'ai choisi d'étudier le projet d'alimentation en eau potable de (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou (Mizrana, Tigzirt, Iflissen, Azzefoun et Ait-Chafaâ) à partir de la station de dessalement de Thamda Ouguemoun dans la même wilaya.

Ce travail sera articulé sur les parties suivantes :

Première partie : Présentation de l'entreprise, le site du projet, l'estimation des besoins en eau de la population, et cela à l'horizon (2051).

Deuxième partie : dimensionnement des conduites d'adduction gravitaire et par refoulement.

Troisième partie : dimensionnement des ouvrages de stockage.

Quatrième partie : choix des pompes en prenant compte de l'aspect sécurité, pose et protection de ces dernières, et on terminera avec une conclusion générale.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE

L'ENTREPRISE

## Introduction

Dans le cadre d'une licence professionnelle au sein de l'institut de technologie de Bouira, j'ai réalisé un stage d'une durée de 04 mois au sein de l'entreprise AMENHYD SPA pour faire ce projet de fin d'études. Dans ce chapitre nous allons présenter l'entreprise AMENHYD SPA.

### I.1. Présentation AMENHYD SPA

AMENHYD-SPA a commencé ses activités dans le domaine de bâtiments et travaux public en 1994 sous le nom « ETB/TCE CHELGHOUM Djamel Eddine ». Consciente de besoin de marché et grâce à la qualité de ses présentations et sa présence dans son domaine d'activité, l'entreprise a développé ses techniques de réalisation et élargie ses domaines d'interventions en intégrant les activités d'aménagement hydrauliques et environnementaux.

AMENHYD SPA s'est investie dans la construction, l'équipement, la mise en service des grands ouvrages hydrauliques tel que les barrages, ouvrages des, de déminéralisation et de dessalement, transfert et d'assainissement, ouvrages des stations de traitement, d'épuration. En outre la protection contre les effets nocifs de l'eau, le traitement de déchets et de réhabilitation de décharges avec lesquels elle est leader en Algérie en la protection environnementales. AMENHYD s'est également investie dans les solutions préfabriquées des ouvrages en génie civil que les hangars, entrepôts, parkings, ... etc.

#### I.1.1. Localisation géographique

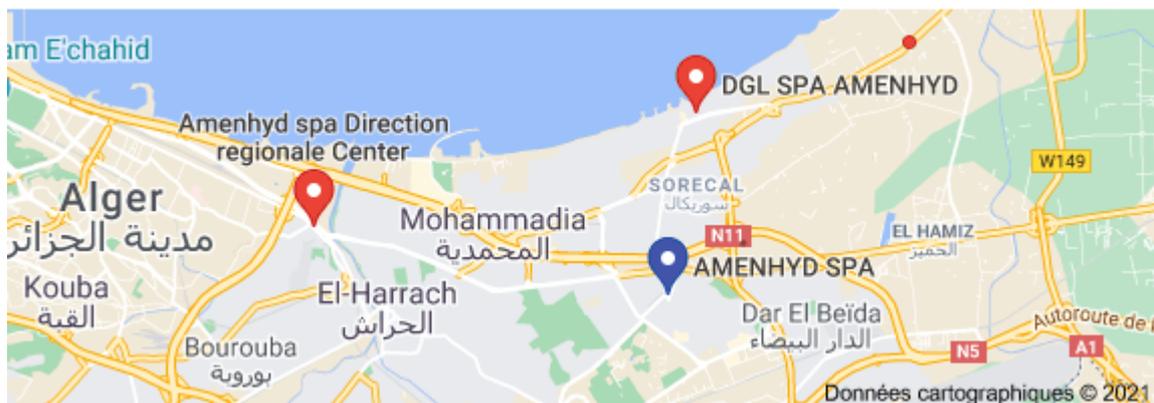


Figure I. 1 : Localisation de la direction d'AMENHYD SPA (Bab-Ezzouar, Alger)

## **I.2. Le groupement AMENHYD SPA**

Le groupement amenhyd se compose principalement des filiales suivant [3] :

### **I.2.1. AMENHYD SPA (Aménagement Environnement et Hydraulique)**

Société par actions spécialisée dans la réalisation des travaux d'aménagement hydraulique et d'environnement.

### **I.2.2. ALCAHYD (Algérienne des Canalisations Hydrauliques)**

Société spécialisée dans la production de canalisations en béton et d'une gamme d'éléments préfabriqués en béton destinés au secteur du BTPH (Bâtiments, Travaux Publics et Hydrauliques).

### **I.2.3. AZROU (Concassage et d'exploitation de Carrière)**

Société spécialisée dans l'extraction et la production d'agrégats destinés au secteur du BTPH.

### **I.2.4. BECATA (Bureau d'Engineering de Consulting et d'Assistance Technique)**

Bureau d'Etudes spécialisé dans l'élaboration, le contrôle et le suivi des études techniques et d'exécution relative à la réalisation des ouvrages hydrauliques, génie civil et d'environnement.

### **I.2.5. CHT (CHELGHOUM Transport)**

Est une filiale spécialisée dans le transport.

### **I.2.6. AZAR-AGRO**

Crée en 2014 pour s'occuper de l'import-export des matériels agricoles et machines destinées à l'industrie agro-alimentaire. Ses activités comprennent l'oléiculture, l'arboriculture, la culture céréalière, les cultures fourragères des bovins laitiers, ...etc.

### I.2.7. Logos des filières du groupe d'AMENHYD



Figure I. 2 : Logue des filiales de l'entreprise

## I.3. Les projets réalisés par l'entreprise

### I.3.1. Traitement des eaux

- Station de traitement de Berriane (W. Ghardaïa), en 2013.
- Station de traitement de Guerrara (W. Ghardaïa), en 2014.

### I.4.2. Station de déminéralisation

- Station Touggourt (W. Ouargla) (capacité de production de 34000 m<sup>3</sup> /j).
- Station Meghayer (W. d'El Oued) (capacité de production de 12000 m<sup>3</sup> /j).

### I.4.3. Stations d'épuration (STEP) des eaux usées par lagunage

- STEP Tamanrasset, STEP Ghardaïa, STEP Beni Messous (W. Alger).

### I.4.4. Assainissement

- Les travaux d'aménagement d'Oued Ouchayah (W. Alger), en 2016.
- Collecteur monolithe Beni Messous (W. Alger), en 2015.
- Assainissement de la vallée du Mzab Ghardaïa, 2012.

## Conclusion

Dans le durant de stage dans l'entreprise AMENHYD SPA, j'ai découvert le milieu professionnel (travail de groupe et la communication professionnelle...) et en même temps, j'ai réalisé mes tâches pour arriver à préparer mon rapport de fin d'étude.

# CHAPITRE II

## PRÉSENTATION DE

## LA ZONE D'ÉTUDE



des replats formants les sommets ou ligne de crête sur lesquels la majorité des villages sont implantés.

On distingue de (02) catégories de pentes :

- Pentas moyennes fortes, allant de 0 jusqu'à 25 %
- Pentas très fortes dépassant parfois 25 %.

### **II.1.3. Situation géographique de la zone d'étude**

#### **II.1.3.1. Commune de mizrana**

Mizrana est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou en Algérie, située au nord-est de la wilaya de Tizi Ouzou, la commune de Mizrana est composée de 17 villages. Elle est délimitée Au Nord : Mer Méditerranée, à l'Est : Commune de tizirt.

A l'Ouest : wilaya de boumerdés, au Sud : Commune de makouda [11].

#### **II.1.3.2. Commune de tizirt**

Tizirt est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou, ville côtière de Kabylie en Algérie, située à 40 km au nord de Tizi Ouzou, à 120 km à l'est d'Alger et 116 km à l'ouest de Béjaïa, C'est aussi le nom d'une daïra, regroupant les communes de Tizirt, Mizrana et Ifflissen [11].

#### **II.1.3.3. Commune d'Ifflissen**

Ifflissen est une commune algérienne de la wilaya de Tizi Ouzou. C'est aussi le nom historique de la tribu locale, elle est rattachée administrativement à la Daïra de Tizirt, située au nord de la wilaya de Tizi Ouzou, sur le littoral méditerranéen, délimitée de la façon suivante :

Au Nord : Mer Méditerranée, à l'Est : Commune d'azeffoun, Aghribs.

A l'Ouest : wilaya de tizirt, au Sud : Commune de Timizart [11].

#### **II.1.3.4. Commune azzefoune**

Azzefoune est une commune algérienne, ville côtière de la wilaya de Tizi Ouzou, située à 70 km au nord-est de Tizi Ouzou et à 95 km à l'ouest de Béjaïa, Le territoire de la commune d'Aït Chafâa est situé au nord-est de la wilaya de Tizi Ouzou de la façon suivante :

Au Nord : Mer Méditerranée, A l'Est : Commune de Ait chafâa.

A l'Ouest : Commune d'Ifflissen, Au Sud : Commune de Akerrou, Aghribs [11].

### II.1.3.5. Commune ait Chafaâ

Ait Chafaâ est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou, région de la grande Kabylie, en Algérie, dépendante de la daïra d'Azeffoun. Le territoire de la commune d'Aït Chafâa est situé au nord-est de la wilaya de Tizi Ouzou.

Elle est délimitée :

Au Nord : Mer Méditerranée, à l'Est : Commune de zekri, à l'Ouest : commune d'akerrou [11].

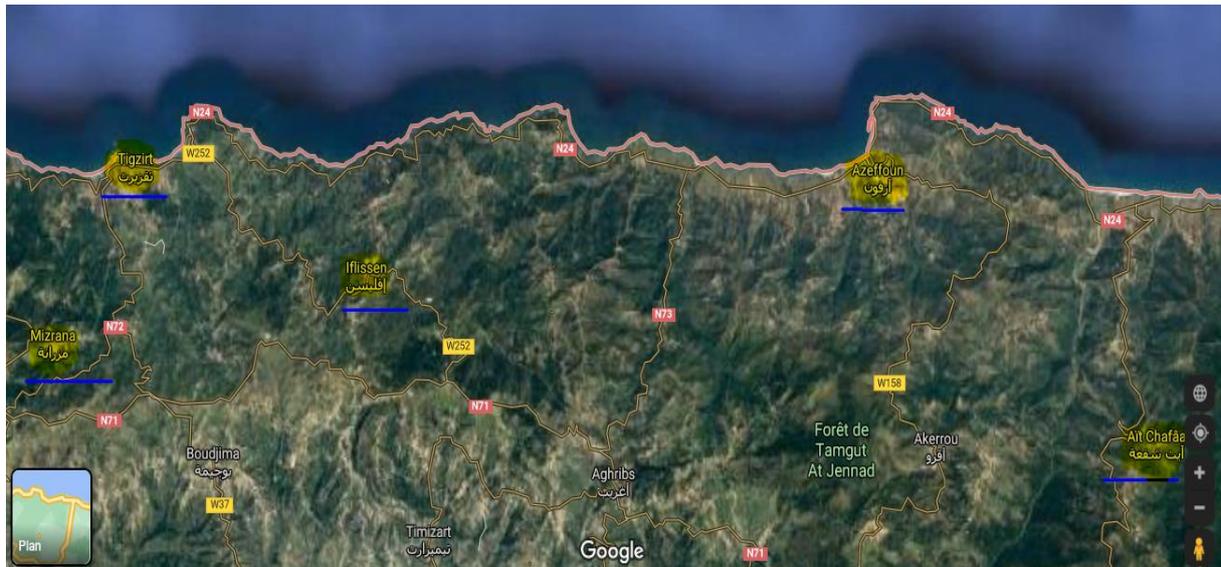


Figure II.4. Les 05 communes de la wilaya de Tizi-Ouzou

## II.1.4. Situation climatologique

Tizi Ouzou se trouve à 171m d'altitude La ville de Tizi Ouzou bénéficie d'un climat tempéré chaud. A Tizi Ouzou, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. Les pluies sont moyennement abondantes et se concentre sur quelques mois de l'année. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa (climat tempéré chaud avec été sec (méditerranéen)) Tizi Ouzou affiche une température annuelle moyenne de 17.0 °C. La moyenne de précipitations annuelles atteintes 791 mm [12].

### II.1.4.1. Température

- Température moyenne du mois le plus froid comprise entre -3°C et 18°C.
- Température moyenne du mois le plus chaud dépasse 22°C (2020) [3].

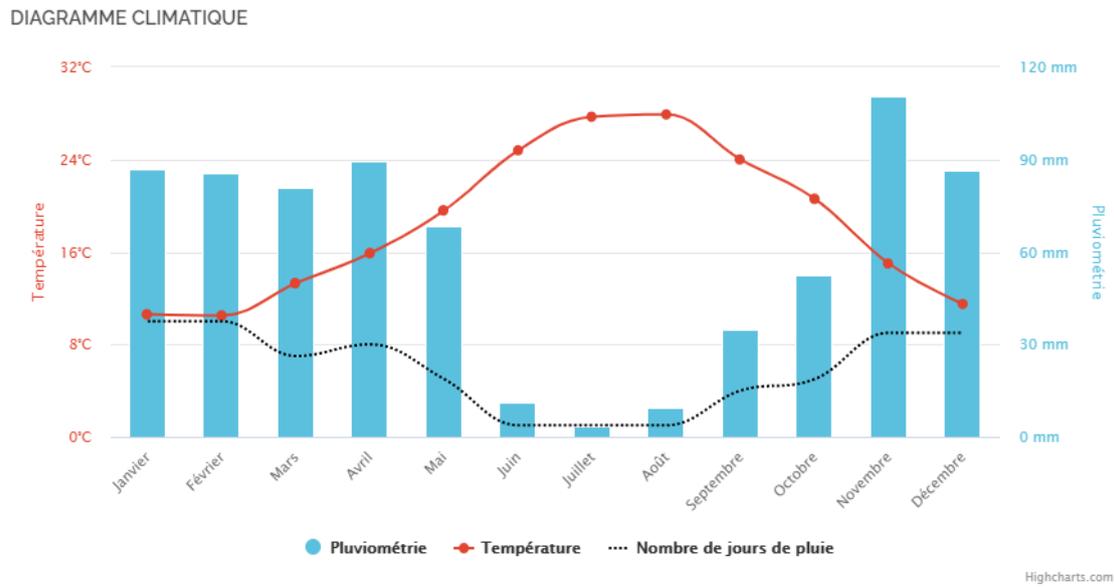


Figure II.5. Diagramme climatique de la wilaya de Tizi Ouzou (2020)

II.1.4.2. La pluviométrie

Les valeurs des précipitations enregistrées au niveau de la station de Tizi-Ouzou au cours de la période (1997-2006) sont représentées dans le tableau suivant [3] :

Tableau II.1. Valeurs des précipitations moyennes mensuelles pour la période (1997-2006)

Moins	jan	fev	mar	avril	mai	juin	juill	Aout	sept	oct	Nov	Dec
P moy (mm)	160.7	100.8	56.9	116.6	117.3	7.2	4.4	18.4	42.6	67.2	130.8	186.9

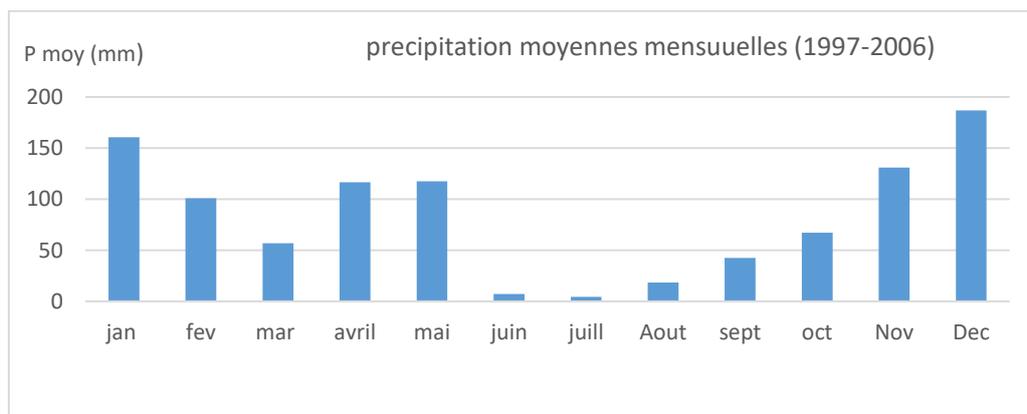


Figure II.6. Variations moyennes mensuelles de la précipitation pour la Période de 1997-2006

### II.1.4.3. Relief

Tizi Ouzou est située dans la vallée de l'oued Sebaou. Elle occupe un col (d'où son nom) et est entourée de montagnes. La ville s'est construite à une altitude de 200 m et s'étale au pied du mont Sidi Belloua auquel s'adosse une partie de la vieille ville, dite la Haute Ville. Ce massif tient son nom du saint éponyme Sidi Belloua et culmine à plus de 600 m [13].

## II.2. Caractéristique du projet

### II.2.1. Site Sdem Thamda Ouguemoun

La plage de Thamda Ouguemoun apparaît comme le site le plus favorable pour l'installation d'une usine de dessalement. Elle offre des terrains d'une surface qui dépasse les 8 Ha à quelques mètres du niveau de la mer. La future station sera installée à 10 kilomètre de l'EST de la ville Tigzirt entre la mer et la RN n°24 à proximité de l'oued Ighzer Guizegzou [3].

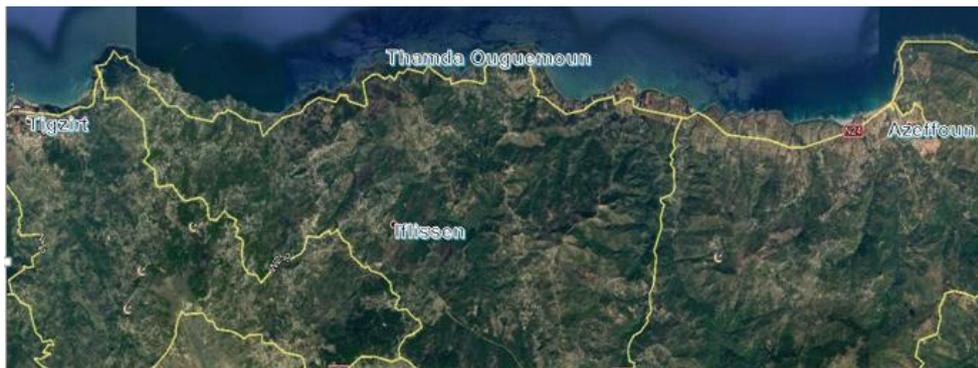


Figure II.7. Site Sdem Thamda Ouguemoun

## Conclusion

Dance ce chapitre, nous avons essayé de représenter les (05) communes concernées, et défini les données nécessaires concernant la zone d'étude du point climatologique, géographique, topographique ... etc.

CHAPITRE III

ESTIMATION DES

BESOINS

## Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. L'estimation de la quantité d'eau nécessaire à l'agglomération dépend étroitement du développement démographique, de l'amélioration de mode de vie de la population et des infrastructures existantes. Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

Ce chapitre est dédié au calcul des besoins en eau des 5 communes de Tizi Ouzou.

### III.1. Evaluation de la population

Dans le domaine de l'alimentation en eau potable, la détermination de la croissance démographique aura des répercussions sur l'estimation et la satisfaction des besoins de la population en eau potable, et aussi sur le dimensionnement des différents ouvrages hydrauliques. Dans chaque étude démographique, on est obligé de prendre en considération la croissance dans les horizons futurs, pour assurer le bon fonctionnement de ces ouvrages, et la satisfaction des besoins dans les années prochaines.

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n$$

Avec :

- $P_n$  : Population futur à l'horizon (habitant) ;
- $P_0$  : Population actuelle (référence) (habitants) ;
- $\tau$  : Taux d'accroissement (%) ;
- $n$  : Nombre d'années de différence entre l'année de référence et l'année considérée pour notre cas ( $n=30$  ans).

**Tableau III.2.** Variation de la population des cinq communes.

Les communes	Taux d'accroissement	2010	2021	2031	2035	2041	2051
Mizrana	1,8	9816	11945	14278	15333,0658	17067	20401
Tigzirt	1,6	12343	14698	17227	18355,382	20191	23665
Iflissen	1,6	14763	17580	20605	21954,1849	24150	28305
Azzefoune	2	17513	21776	26545	28731,9328	32359	39446
Ait Chafâa	0,9	3847	4246	4644	4812,83909	5080	5557
totale	///	58282	70245	83299	89187,4047	98847	117374

### III.1.1. Choix de la norme de consommation (dotation)

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Mais avant tout projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

En distribution rurale, alors on opte pour une dotation de 150 l/j/habitant.

### III.1.2. Évaluation de la consommation moyenne journalière

La consommation moyenne journalière de la zone concernée par l'étude, est égale à la dotation que multipliée par le nombre total des habitants.

Est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{moyJ}} = P * \text{Dot}$$

Avec :

- **Q<sub>moyJ</sub>** : Le débit moyen journalier (l/j) ;
- **Dot** : La dotation (prise égale 150 l/j/hab) ;
- **P** : La population (habitants) à l'horizon de l'année 2051.

Pour l'estimation des besoins en eaux des cinq (05) communes on calcule la consommation permanente et on ajoute la consommation saisonnière pour les communes touristiques.

### III.1.3. Evaluation de la demande en eau brute

#### III.1.3.1. Evaluation des besoins en eau permanente

Ce tableau permet la détermination des besoins en eau permanente des (05) communes à l'aide de leurs nombres d'habitants et leurs dotations.

**Tableau III.3.** Les besoins en eau permanente des (05) communes de la wilaya de Tizi Ouzou.

Les communes	Nombre d'habitants (2051)	dotation (l/j)	besoins permanente (m <sup>3</sup> /j)
Mizrana	20401	150	3060,15
Tigzirt	23665	150	3549,75
Iflissen	28305	150	4245,75
Azzefoune	39446	150	5916,9
Ait Chafâa	5557	150	833,55
<b>Totale</b>	117374	////	17606,1

#### III.1.3.2. Evaluation des besoins saisonniers

Les besoins saisonniers ont été estimés en tenant compte des Zones d'Expansion Touristiques (ZET) et de la superficie des plages, en considérant que toute cette superficie est occupée par les estivants. La capacité d'accueil des plages dans plusieurs pays est calculée en attribuant une surface en (m<sup>2</sup>) à chaque estivant.

Pour le calcul des capacités des plages de Tizi-Ouzou, nous avons supposé que celles-ci accueilleraient un maximum d'estivants et que chacun occuperait 08 (m<sup>2</sup>).

- La norme retenue : 1 estivant /8.00 (m<sup>2</sup>).
- La dotation prise égale à 320 (l/j/estivant).

Les besoins saisonniers des (04) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou consternée au tourisme [3].

**Tableau III.4.** Les besoins saisonniers des (04) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou consternée au tourisme [3].

Communes	Zone d'Expansion Touristique	Superficie Constructible (HA)	L de Plage (m)	l de Plage (m)	S de plage (HA)	Nombre d'estivant (unité)	Dotation en eau (l/s)	Dema de en eau (m <sup>3</sup> /j)
<b>Ait-Chafaâ</b>	Sidi Khalifa	48,08	700	80	5,6	7000,00	320	2240
<b>Azzefoun</b>	Azzefoun	17,26	700	70	4,9	6125,00	320	1960
	Blerouna	40,00	600	15	0,9	1125,00	320	360
	Djemâa N'rbat	10,00	400	20	0,8	1000,00	320	320
<b>Iflissen</b>	Abéchar	8,00	300	20	0,6	750,00	320	240
<b>Tigzirt</b>	Ferraoun	20,00	500	30	1,5	1875,00	320	600
	Tigzirt/Ouest	22,00	900	40	3,6	4500,00	320	1440
///	TOTAL	///	///	///	22,85	29 375,00	////	7160

Avec :

- **L** : largeur de la plage ;
- **l** : longueur de la plage ;
- **S** : surface de la plage.

La demande en eau pour les besoins saisonniers est de 7160.00 (m<sup>3</sup>/j).

#### III.1.4. Détermination de la demande nette max

Pour la demande nette max on utilise la formule suivante :

$$Q_{\max j} = K_{\max} \times Q_{\text{moy } j}$$

Avec :

- **Q<sub>moy j</sub>** : débit moyen journalier (m<sup>3</sup>/j) ;
- **Q<sub>max j</sub>** : débit max journalier (m<sup>3</sup>/j) ;
- **K<sub>max j</sub>** : coefficient de régularité maximale journalier il nous indique combien de fois le débit maximal de la journée dépasse le débit moyen de la journée, il varie entre 1.1 et 1.3, pour cette étude, on prend : (K<sub>max.j</sub> = 1,1).

## III.1.4.1. Les besoins permanente maximale

**Tableau III.5.** La demande max des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou des besoins permanente

Les communes	Besoins d'habitants (m <sup>3</sup> /j)	Kmax j	Demande max sans-perte (m <sup>3</sup> /j)	$\eta$ (%)	La perte (m <sup>3</sup> /j)	Demande max avec perte (m <sup>3</sup> /j)	Demande max (m <sup>3</sup> /j)
Mizrana	3060,15	1,1	3366,165	0,75	704,27	4070,435	4072
Tigzirt	3549,75	1,1	3904,725	0,75	832,97	4737,695	4738
Iflissen	4245,75	1,1	4670,325	0,75	996,32	5666,645	5667
Azzefoun	5916,9	1,1	6508,59	0,75	1334,85	7843,44	7844
Ait Chafaâ	833,55	1,1	916,905	0,75	209,82	1126,725	1127
<b>TOTAL</b>	17606,1	1,1	19366,71	0,75	4078,25	23444,96	23448

## III.1.4.2. Les besoins saisonniers maximale

**Tableau III.6.** La demande des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou des besoins saisonniers

Les communes	Besoins saisonniers (m <sup>3</sup> /j)	Kmax j	Demande max sans-perte (m <sup>3</sup> /j)	$\eta$ (%)	Les pertes (m <sup>3</sup> /j)	Demande max avec perte (m <sup>3</sup> /j)	Demande max (m <sup>3</sup> /j)
Mizrana	0	1,1	0	0,75	0	0	0
Tigzirt	2040	1,1	2244	0,75	561	2805	2805
Iflissen	240	1,1	264	0,75	66	330	330
Azzefoun	2640	1,1	2904	0,75	726	3630	3630
Ait Chafaâ	2240	1,1	2464	0,75	616	3080	3080
<b>TOTAL</b>	7160	1,1	7876	0,75	2585	9845	9845

### III.1.5. La demande nette max total

Ce tableau nous permettons la détermination la demande nette maximale totale en eau des (05) communes de la wilaya de Tizi-ouzu.

**Tableau III.7.** La demande nette max des (05) communes de la wilaya de Tizi-Ouzou.

L'horizon	2051		
Les communes	Demande max (m <sup>3</sup> /j) (permanente)	Demande max (m <sup>3</sup> /j)(saisonnier)	Demande nette max total (m <sup>3</sup> /j)
Mizrana	4072	0	4072
Tigzirt	4738	2805	7543
Iflissen	5667	330	5997
Azzefoun	7844	3630	11474
Ait Chafaâ	1127	3080	4207
<b>TOTAL</b>	23448	9845	33293

## Conclusion

Dance ce chapitre, nous avons estimé les différents besoins en eau, nous avons trouvé le débit maximal journalier (33293 m<sup>3</sup>/j) nécessaire pour alimenter les (05) communes de Tizi Ouzou à l'horizon de 2051 (30 ans) nous permettra d'évaluer les capacités optimales des réservoirs ainsi que de dimensionner l'adduction.

**CHAPITRE IV**

**ETUDE DU RÉSEAU**

**D'ADDUCTION**

## Introduction

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution. Dans ce chapitre, on va établir une étude technico-économique des conduites afin de choisir le matériau et les diamètres optimaux pour nos différents tronçons.

### IV.1. Type d'adduction

L'adduction peut être classée en trois types [4] :

#### IV.1.1. Adduction gravitaire

On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée, elle s'effectue soit par un aqueduc grâce à la pente soit par une conduite où l'écoulement se fait par gravité.

#### IV.1.2. Adduction par refoulement

Dans l'adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation, ce qui nécessite de fournir au fluide une énergie qui est assurée par les pompes.

#### IV.1.3. Adduction mixte

C'est une combinaison des deux adductions (gravitaire et refoulement) selon la nature du terrain.

### IV.2. Choix du tracé

Le choix du tracé tient compte des impératifs suivants que l'on doit respecter dans la mesure du possible :

- ✓ Pour des raisons économiques, il est nécessaire d'opter le tracé le plus court possible.
- ✓ Il serait préférable de suivre l'accotement des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des travaux.

- ✓ Eviter les contres pentes susceptibles de créer des cantonnements d'air aux points hauts qui sont plus ou moins difficiles à éviter, dans le cas de refoulement il peut résulter en ces points une cavitation par suite d'arrêt inopiné pouvant occasionner l'éclatement des canalisations.
- ✓ Les coudes doivent être largement ouverts afin d'éviter les butées importantes et afin de diminuer les pertes de charge [4].

### IV.3. Choix du type de conduites

Une conduite est constituée d'un ensemble de tuyaux assemblés les uns aux autres. Ces derniers peuvent être:

- ✓ Métalliques : fonte ductile, fonte grise, acier soudable;
- ✓ À base de ciment : béton armé, amiante-ciment, béton précontraint;
- ✓ En matière thermoplastique (PVC, PEHD ...)

Les critères à respecter pour faire le choix du type des conduites son:

- ✓ Le diamètre économique
- ✓ La pression de l'eau
- ✓ Les pertes de charge
- ✓ La nature du terrain
- ✓ Le prix et la disponibilité sur le marché
- ✓ Les caractéristiques de pose

Dans ce projet, l'étude est basée sur l'utilisation d'une seule variante de matériaux qui est **l'acier**.

#### IV.3.1. Conduite en acier

- Bonne résistance aux chocs et aux charges compressives

Longueur des conduites varie entre 6 à 16 m ce que réduit le nombre de joints par conséquent, une réduction des risques de fuites [7].

#### IV.3.2. Conduite en PEHD

- Facilité de pose (grand flexibilité) possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres
- Faibles au niveau du branchement (pas de fuite) [7].

## IV.4. Conditions économique

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et de la station de pompage sont dépendantes c'est à dire que: Plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever plus la perte de charge sera grande d'où l'énergie dépensée sera importante. Les frais d'exploitation de la station de pompage sont décroissants quand le diamètre augmente, par suite la diminution des pertes de charge [8].

## IV.5. Les tronçons de cette étude

Dans cette étude, nous allons dimensionner 07 tronçons d'adduction :

- ✚ Le premier : Adduction par refoulement, de la Sdem (station de dessalement des eaux de mer) vers le réservoir Thamda.
- ✚ Le deuxième tronçon : Adduction gravitaire, du réservoir Thamda vers la SP1.
- ✚ Le troisième tronçon : Adduction par refoulement (SP1 vers SP2).
- ✚ Le quatrième tronçon : Adduction par refoulement (SP2 vers SP3).
- ✚ Le cinquième tronçon : Adduction par refoulement, de la SP3 vers réservoir Ighil n Ath Djennad.
- ✚ Le sixième tronçon : Adduction gravitaire, réservoir Ighil n Ath Djennad vers réservoir T telta.
- ✚ Le septième tronçon : Adduction gravitaire, réservoir T.tleta vers réservoir Agouni Goughrane.

IV.6.1. Le schéma de réseau d'adduction

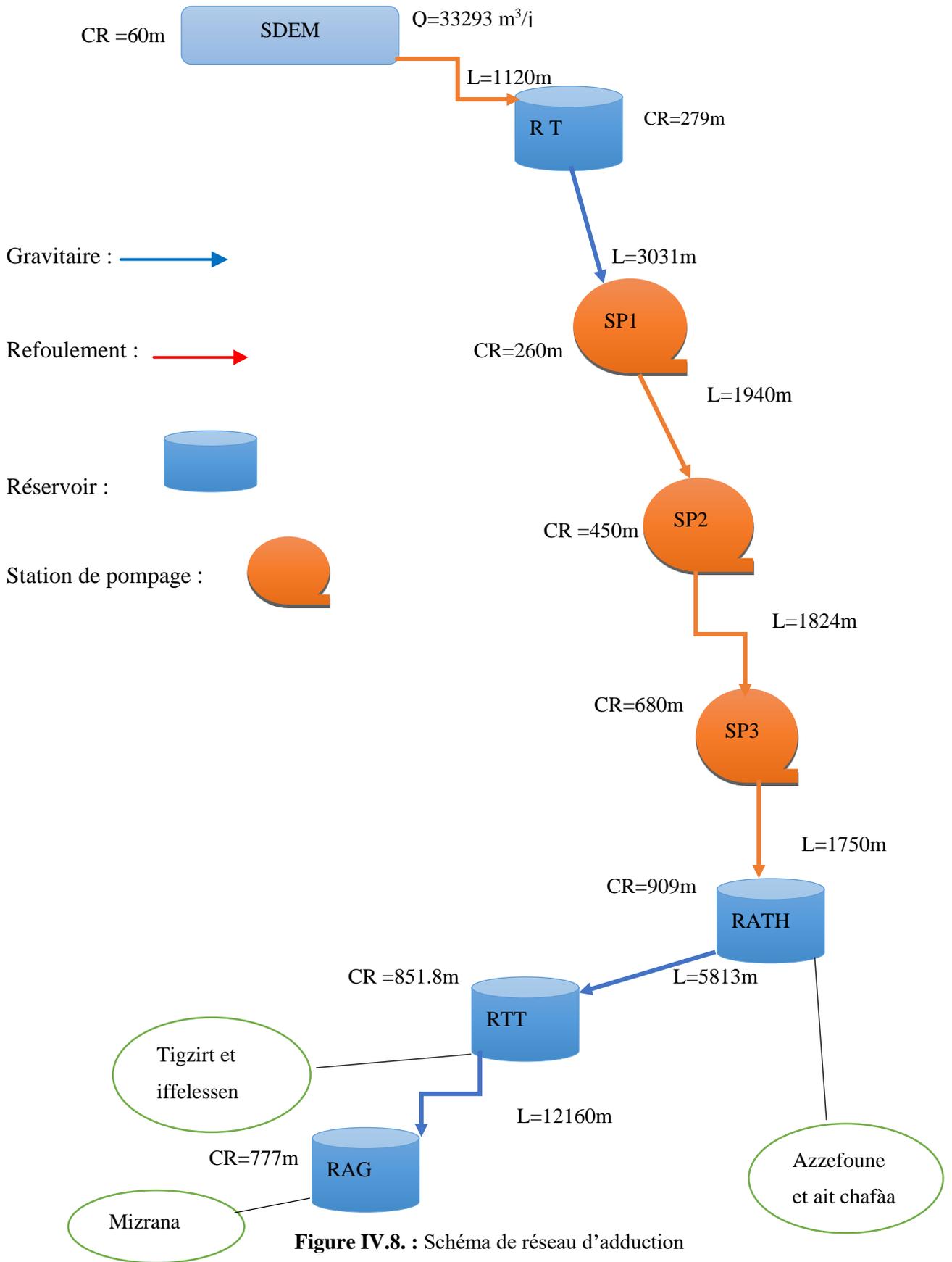


Figure IV.8. : Schéma de réseau d'adduction

## IV.6. Les lois de dimensionnement l'adduction par refoulement

### IV.6.1. Calcul du diamètre économique

Les formules qui nous permettent de calculer le diamètre économique sont les suivantes [5] :

$$\diamond \text{ Formule de BONNIN : } \mathbf{D}_{\text{BONNIN}} = \sqrt{Q} \text{ (m)} \quad (\text{IV-1})$$

$$\diamond \text{ Formule de BRESS : } \mathbf{D}_{\text{BRESS}} = 1,5 \times \sqrt{Q} \text{ (m)} \quad (\text{IV -2})$$

Où :

- $\mathbf{D}_{\text{BONNIN}}$ ,  $\mathbf{D}_{\text{BRESS}}$  : diamètre de la conduite (m) ;
- $\mathbf{Q}$  : débit transitant dans le tronçon (m<sup>3</sup>/s).

Ces deux formules nous donnent une approche du diamètre économique suivant plusieurs diamètres normalisés.

### IV.6.2. Vitesse d'écoulement

Dans l'objectif d'éviter la cavitation dans les conduites, d'assurer une meilleure sécurité de fonctionnement du réseau et d'éviter les phénomènes de dépôt, la vitesse d'écoulement dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s.

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$\mathbf{V} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (\text{IV-5})$$

Où:

- $\mathbf{V}$  : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;
- $\mathbf{Q}$  : débit véhiculé dans la conduite (m<sup>3</sup>/s) ;
- $\mathbf{D}$  : diamètre de la conduite (m).

### IV.6.3. Pertes de charge

La perte de charge est une perte de pression irréversible que subit un liquide lors de son passage dans une canalisation car la perte de charge est transformée en chaleur ou bruits que l'on sait pas retransformer en pression et cela sous l'effet des frottements entre les particules de l'eau et les parois des canalisations.

On détermine la perte de charge par la formule suivante :

$$\Delta \mathbf{HT} = \frac{K' \times L_e \times Q^B}{D^m} \quad (\text{IV-6})$$

Avec :

- **Q** : débit max journalier ( $\text{m}^3/\text{j}$ ) ;
- $\Delta\text{HT}$  : pertes de charge (m.c.e) ;
- **K',  $\beta$ , m** : Coefficient en fonction de matériau, pour notre cas nous avons choisis l'acier comme matériau ( $K'=0,00176$ ), ( $\beta=1,95$ ), ( $m=5,2$ ) ;
- **D** : diamètre réelle de la conduite (m) ;
- **L<sub>e</sub>** : Longueur équivalente de la conduite (m) ( $L_e=1,15 \times L$ ) ;
- **L** : Longueur totale.

#### IV.6.4. Nombre de REYNOLDS

Le nombre de REYNOLDS donné par la formule suivante :

$$\mathbf{R_e} = \frac{D \times V}{\nu} \quad (\text{IV-7})$$

Avec :

- **D** : Diamètre (m)
- **V** : Vitesse de l'eau (m/s) ;
- **$\nu$**  : Viscosité cinématique en ( $\text{m}^2/\text{s}$ ), calculé par la formule de STOCKS :

$$\nu = \frac{0.0178}{1 + 0.0337 T + 0.000221 T^2} \quad (\text{IV-8})$$

Et :

- **T** : Température de l'eau en degré °C, on prend  $T=20^\circ\text{C}$  donc  $\nu = 1 \cdot 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s})$ .

#### IV.6.5. Détermination de la hauteur manométrique totale (Hmt)

Elle représente une hauteur d'élévation fictive qui résulte de la somme de la hauteur Géométrique et les pertes de charge résultantes de l'aspiration et du refoulement.

$$\mathbf{Hmt} = H_g + \Delta\text{HT} \quad (\text{IV-9})$$

Avec:

- **H<sub>g</sub>** : Hauteur géométrique (m) ;
- **Hmt** : Hauteur manométrique total (m) ;
- **$\Delta\text{HT}$**  : Pertes de charge totales (m).

## IV.7. Les résultats de dimensionnement du réseau d'adduction

### IV.7.1. Adduction par refoulement

- ✚ **Le 1<sup>er</sup> tronçon** : Adduction par refoulement de la Sdem (station de dessalement des eaux de mer) vers le réservoir Thamda.
- ✚ **Le 2<sup>eme</sup> tronçon** : Adduction par refoulement (SP1 vers RSP2).
- ✚ **Le 3<sup>eme</sup> tronçon** : Adduction par refoulement (SP2 vers RSP3).
- ✚ **Le 4<sup>eme</sup> tronçon** : Adduction par refoulement, de la SP3 vers réservoir Ighil n Ath Djennad (RIND).

Les données des tronçons d'adduction par refoulement sont affichées sur le tableau suivant :

**Tableau IV.8.** Les données des tronçons refoulement

Tronçon	CTN <sub>a</sub> (m)	CTP(m)	H <sub>g</sub> (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	T <sub>p</sub> (h)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
SDEM_R T	60	279	219	1120	0,385	20	0,462
SP1_RSP 2	260	450	190	1940	0,385	20	0,462
SP2_RSP 3	450	680	230	1824	0,385	20	0,462
SP3_R ATH	680	909	229	1750	0,385	20	0,462

Avec :

- ✓ **Q<sub>p</sub>** : débit de pompage

$$H_g = CTP - CTN_a$$

- ✓ **H<sub>g</sub>** : la hauteur géométrique
- ✓ **CTN<sub>a</sub>** : Cote terrain Natural de départ.
- ✓ **CTP** : Cote de trop plain.

- **Le 1<sup>er</sup> tronçon** : (SDEM----RT)

Calcule du diamètre :

- Formule de BONNIN : **D<sub>1</sub>**= 0,680 m
- Formule de BRESS : **D<sub>2</sub>**= 1,02 m

Les diamètres normalisés sont : 700 mm, 800mm, 900mmet 1000mm.

**Remarque** : tous le tronçon sont identiques pour le diamètre.

**Tableau IV.9.** Calcule de la HMT du 1<sup>er</sup> tronçon

Tronçon	D (m)	V (m/s)	Re	$\Delta H_T$ (m,c,e)	Hg (m)	HMT (m)	PN (Bar)
SDEM--RT	0,7	1,20	840338,1	3,218007359	219	222,218007	50
	0,8	0,91	735295,837	1,607048222	219	220,607048	50
	0,9	0,72	653596,3	0,871035372	219	219,871035	50
	1	0,58	588236,67	0,503612894	219	219,503613	50

Le diamètre économique de ce tronçons est :  $D = 700$  mm avec une vitesse acceptable  $1,2$  m/s et avec une Hmt =  $222,21$ m

➤ **Le 2eme tronçon** : (SP1---RSP2)

**Tableau IV.10.** Calcule de la HMT du 2<sup>eme</sup> tronçon

Tronçon	D (m)	V (m/s)	Re	$\Delta H_T$ (m,c,e)	Hg (m)	HMT(m)	PN (Bar)
SP1---RSP2	0,7	1,20	840338,1	5,57404846	190	195,574048	25
	0,8	0,91	735295,837	2,7836371	190	192,783637	25
	0,9	0,72	653596,3	1,5087577	190	191,508758	25
	1	0,58823667	588236,67	0,87232948	190	190,872329	25

Le diamètre économique de ce tronçons est :  $D = 700$  mm avec une vitesse acceptable  $1,2$  m/s et avec une Hmt =  $195,57$ m

➤ **Le 3eme tronçon** : (SP2----RSP3)

**Tableau IV.11.** Calcule de la HMT du 3<sup>eme</sup> tronçon

Tronçon	D (m)	V (m/s)	Re	$\Delta H_T$ (m,c,e)	Hg (m)	HMT (m)	PN (Bar)
SP2----RSP3	0,7	1,20	840338,0995	5,24075484	230	235,240755	50
	0,8	0,91	735295,8371	2,61719282	230	232,617193	50
	0,9	0,72	653596,2996	1,41854332	230	231,418543	50
	1	0,58823667	588236,6697	0,82016957	230	230,82017	50

Le diamètre économique de ce tronçons est :  $D = 700$  mm avec une vitesse acceptable 1,22 m/s et avec une Hmt = 235,46m

➤ **Le 4eme tronçon :** (SP3-----RATH)

**Tableau IV.12.** Calcule de la HMT du 4<sup>eme</sup> tronçon

Tronçon	D (m)	V (m/s)	Re	$\Delta H_T$ (m,c,e)	Hg (m)	HMT (m)	PN (Bar)
SP3--RATH	0,7	1,20	840338,0995	5,0281365	229	234,028136	50
	0,8	0,91	735295,8371	2,51101285	229	231,511013	50
	0,9	0,72	653596,2996	1,36099277	229	230,360993	50
	1	0,58823667	588236,6697	0,78689515	229	229,786895	50

Le diamètre économique de ce tronçons est :  $D = 700$  mm est on vitesse acceptable 1,22 m /s et avec une Hmt = 234,24m

#### IV.7.2. Calcul de suppressions et de dépressions dans les conduites de refoulement

La surpression et la dépression est très important d'étudier les moyens de protection de notre conduite ainsi que la protection contre le phénomène de coupe de bélier.

On utilise les formules suivantes pour le calcul :

$$P_{\max} = H_0 + B \quad (\text{IV-13})$$

$$P_{\min} = H_0 - B \quad (\text{IV-14})$$

Avec :

- $P_{\max}$  : valeur de la surpression (m) ;
- $P_{\min}$  : valeur de dépression (m) ;
- $H_0$  : La pression absolue au point le plus haut de la conduite, tel que :  $H_0 = H_g + 10$
- $H_g$  : La hauteur géométrique de refoulement en (m) ;
- $B$  : valeur maximale du coup de bélier (m).

$$B = \frac{a \times V_0}{g} \quad (\text{IV-15})$$

Avec :

- $V_0$  : La vitesse d'écoulement (m/s) ;
- $g$  : Accélération de la pesanteur ( $g = 9,81 \text{m/s}^2$ ) ;

- **a** : La célérité des ondes est la vitesse de propagation des ondes, elle est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{Dn}{e}}} \quad (\text{IV-16})$$

Avec :

- **K** : Coefficient dépendant de la nature de la conduite dans le cas de l'acier **K= 0.015** ;
- **D** : Diamètre intérieur de la conduite (mm) ;
- **e** : Epaisseur de la conduite (mm).

#### IV.7.2.1. Résultats de calcul de surpression et de dépression

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.13.** Résultats de calcul de surpression et de dépression des tronçons de refoulement

Tronçons	H <sub>g</sub>	H <sub>0</sub>	DN	e	K	a	g	V	B	P <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>
	(m)	(m)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s <sup>2</sup> )	(m/s)	(m)	(m)	(m)
<b>SDEM--RT</b>	219	229	700	8,3	0,015	1406,20091	9,81	1,2	172,01	401,012344	56,98765
<b>SP1-SP2</b>	190	200	700	8,3	0,015	1406,20091	9,81	1,2	172,01	372,012344	27,98765
<b>SP2-SP3</b>	230	240	700	8,3	0,015	1406,20091	9,81	1,2	172,01	412,012344	67,98765
<b>SP3-RATH</b>	225	235	700	8,3	0,015	1406,20091	9,81	1,2	172,01	407,012344	62,98765

Les valeurs de **P<sub>max</sub>** et **P<sub>min</sub>** montrent que les quatre tronçons, ne dépassent pas la pression nominale, avec la valeur de dépression trouvée positive, par conséquent il n'y a pas de risque de destruction de la conduite par le phénomène de coup de bélier.

### IV.7.3. Adduction gravitaire :

La formule de calcul de perte de charge est à la base de dimensionnement des conduites d'adduction gravitaire.

On détermine la perte de charge par la formule suivante :

$$\Delta HT = \frac{K' \times L \times Q^B}{D^m} \quad (IV -10)$$

Avec :

- **Q** : débit max journalier (m<sup>3</sup>/j) ;
- **ΔHT**: pertes de charge (m.c.e) ;
- **K', β, m** : Coefficient en fonction de matériau, pour notre cas nous avons choisis l'acier comme matériau (K'=0,00176), (β=1,95), (m=5,2) ;
- **D** : diamètre réelle de la conduite (m) ;
- **L<sub>e</sub>** : Longueur équivalente de la conduite (m) (L<sub>e</sub>=1,1\*L).

#### IV.7.4.1. Calcul de diamètre

Par la formule de (lechapt et calmon) :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K' \times L_e \times Q^B}{\Delta HT}} \quad (IV-11)$$

$$\Delta HT = CTNd - (CTNa + h) \quad (IV-12)$$

Avec :

- **h** : hauteur de bête a eau ;
- **CTNa** : Cote terrain Natural d'arrivée ;
- **CTNd** : Cote terrain Natural de départ.

**Remarque** : pour la vitesse la même loi du calcul de l'adduction par refoulement

#### IV.7.4.2. Les résulte de Dimensionnement :

- ✚ **Le 1<sup>er</sup> tronçon** : Adduction gravitaire, du réservoir Thamda vers la SP1.
- ✚ **Le 2<sup>eme</sup> tronçon** : Adduction gravitaire, du réservoir Ighil n Ath Djennad vers réservoir T telta.
- ✚ **Le 3<sup>eme</sup> tronçon** : Adduction gravitaire, du réservoir T telta vers réservoir Agouni Goughrane.

Les données des tronçons d'adduction gravitaire sont affichées sur le tableau suivant :

**Tableau IV.14.** Les données du tronçon gravitaire

Tronçon	CTN <sub>d</sub> (m)	CTN <sub>a</sub> (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)
RT __SP1	279	260	3031	0,385
RATH__RTT	905	851,8	5813	0,204
RTT__RAG	851,8	777	12160	0,047

➤ **1<sup>er</sup> tronçon : (RT\_\_\_\_SP1)**

En utilisant les formules (IV-11), on trouve :  $D = 0,561$  m

L'acier comme matériau, les diamètres normalisés sont : 600 mm

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.15.** Les résultats de calcul hydraulique de 1er tronçon :

Tronçon	D (m)	V (m/s)	$\Delta HT$ (m,c,e)	Hg (m)	PN (Bar)
RT--RSP1	0,6	1,36	13,6042569	23	10

La condition que doit être satisfaite pour que l'eau arrive à la station de pompage est :  $\Delta HT < Hg$ , pour cela, tous les résultats sont acceptables.

➤ **2<sup>ème</sup> tronçons : (RATH\_\_\_\_RTT)**

En utilisant les formules (IV-11), on trouve :  $D = 0,389$ m

L'acier comme matériau, les diamètres normalisés sont : 450 mm

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.16.** Le calcul hydraulique de 2eme tronçon

Tronçon	D (m)	V (m/s)	$\Delta HT$ (m,c,e)	Hg (m)	PN (Bar)
RATH-RTT	0,45	1,28267095	33,752119	57,2	10

La condition que doit être satisfaite pour que l'eau arrive au réservoir (RTT) est :

$\Delta HT < Hg$ , pour cela, tous les résultats sont acceptables.

➤ **3<sup>ème</sup> tronçon : (RTT\_\_\_\_RAG)**

En utilisant les formules (IV-11), on trouve :  $D = 0,254$  m

L'acier comme matériau, les diamètres normalisés sont : 300mm

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.17.** Le calcul hydraulique du 3eme tronçon.

Tronçon	D (m)	V (m/s)	$\Delta HT$ (m,c,e)	Hg (m)	PN (Bar)
RTT-RAG	0,3	0,66	33,213974	77,8	10

La condition que doit être satisfaite pour que l'eau arrive au réservoir (RAG) est :

$\Delta HT < Hg$ , pour cela, tous les résultats sont acceptables.

## IV.8. Récapitulatif des résultats

Les résultats de tous les calculs des tronçons d'adduction par refoulement et gravitaire sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.18.** Récapitulatif des résultats

Type d'adduction	Tronçon	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)
Refoulement	SDEM_RT	0,472	700	1120	1,2
Gravitaire	RT—SP1	0,394	600	3031	1,36
Refoulement	SP1__SP2	0,472	700	1940	1,2
	SP2__SP3	0,472	700	1924	1,2
	SP3__RATH	0,472	700	1750	1,2
Gravitaire	RATH__RTT	0,203	450	5813	1,28
	RTT__RAG	0,047	300	12160	0,66

## IV.9. Les Equipements de l'adduction

Pour la protection des conduites de divers phénomènes que se traduisent au niveau des conduites on cite [7] :

### **IV.9.1. Ventouse**

Placées au point les plus hauts, elles permettent l'évaluation des bulles d'air que s'y accumulent.

### **IV.9.2. Vidange**

Elles seront placées aux points les plus bas pour faciliter la vidange de la conduite en cas de besoin.

### **IV.9.3. Robinet et vanne**

Permettant l'isolement d'une partie de l'adduction en cas de travaux de réparation ou autre.

### **IV.9.4. Clapets**

Ils sont destinés à empêcher le passage d'un fluide. Ils sont surtout utilisés dans les stations de pompage au point bas des canalisations d'aspiration (désamorçage) ou sur la conduite de refoulement (arrêt de la colonne d'eau).

## **Conclusion**

A travers ce chapitre consacré à l'adduction, nous avons calculé le différent paramètre pour 4 tronçons par refoulement et 3 tronçons gravitaire par conséquent, après cette étude d'adduction, il est nécessaire de déterminé les capacités des différents types de réservoir.

# CHAPITRE V

## LES RÉSERVOIRS

## Introduction

Avant d'être distribuée, l'eau est stockée dans des réservoirs ou des châteaux d'eau. Ces éléments contribuent à améliorer et à protéger les conditions de distribution de l'eau, ce sont des ouvrages hydrotechniques très importants que doivent présenter certains impératifs à savoir : la résistance, l'étanchéité et la durabilité c'est aussi une réserve que garantit l'autonomie en cas d'incendie sur le réseau d'eau potable

Ce chapitre vise le dimensionnement des différents réservoirs.

### V.1. Utilités des réservoirs

Les principales utilités du réservoir sont :

- Ils servent à compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la Consommation (débit de pointe et autres)
- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes, réparations, extension du réseau ...)
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.
- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant.
- Simplification de l'exploitation.
- Réserve incendie garantie (Une partie du volume est réservé à la lutte contre l'incendie) [1].

### V.2. Emplacement du réservoir

- L'emplacement du réservoir a pour condition l'assurance d'une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de pointe.
- Ils doivent être placés à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'ils desservent.
- L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur par rapport à la plus haute côte piézométrique exigée sur le réseau.
- Le site du réservoir doit être le plus proche possible de l'agglomération (économie) pouvant alimenter le point le plus défavorable.

- La topographie intervient et à une place prépondérante dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie. Le meilleur emplacement n'est déterminé qu'après une étude technico-économique approfondie [4].

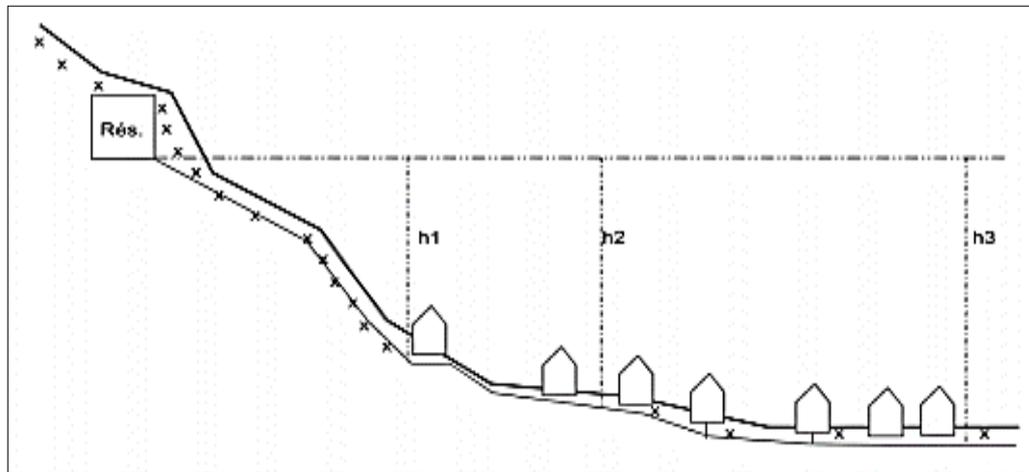


Figure V.9. Emplacement d'un réservoir [4]

### V.3. Classification des réservoirs

Ils peuvent être classés d'après :

- La nature des matériaux, on distingue:
  - Les réservoirs métalliques.
  - Les réservoirs en maçonnerie.
  - Les réservoirs en béton armé.

-La situation des lieux, ils peuvent être:

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Surélevés, sur tour [4].

### V.4. Choix du type du réservoir

Le choix du réservoir sera porté sur des réservoirs circulaires, semi enterrés vu les avantages suivants :

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée.

- Etanchéité très facile à réaliser.
- Conservation de l'eau à une température constante [4].

## V.5. Equipements du réservoir

Le réservoir est équipé de :

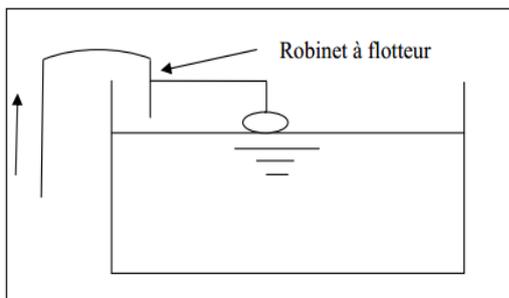
- Conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- Conduite de distribution.
- Conduite de trop plein.
- Conduite de vidange.
- Conduite de by-pass.

Système de matérialisation de la réserve d'incendie [4].

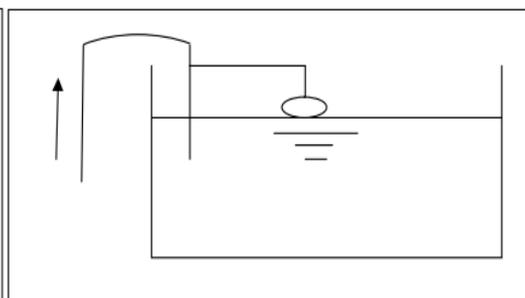
### V.5.1. Conduite d'arrive ou d'alimentation

L'arrivée de l'eau dans le réservoir se fait soit :

- Par arrive avec chute libre.
- Par arrive noyée.



**Figure V.10** : conduite d'arrivée avec chute libre



**Figure V.11** : conduite d'arrivée noyée

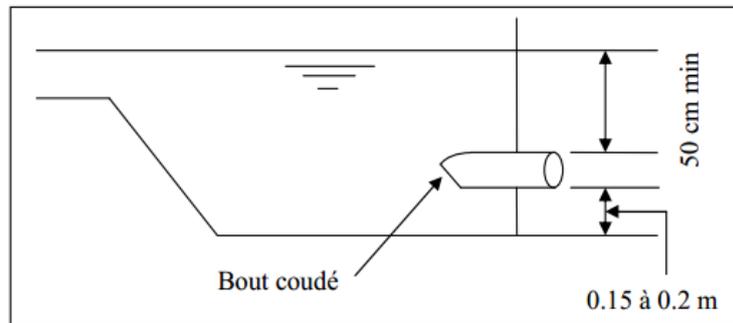
L'installation du robinet flotteur interrompt l'arrivée de l'eau quand le réservoir atteint son niveau maximum.

### V.5.2. Conduite de départ

Cette conduite sera placée à l'opposé de la conduite d'arrivée, à quelques centimètres au-dessus du radier (0.15 à 0.2 m) en vue d'éviter l'introduction des boues ou sables qui, éventuellement pourraient se décanter dans la cuve, il y a lieu aussi de réserver un minimum de 0.5 m au-dessus la génératrice supérieure de la conduite en cas d'abaissement maximal du

plan d'eau. Cette conduite sera équipée obligatoirement par une crépine à l'entrée et un robinet vanne à la sortie du réservoir ...

La conduite d'arrivée elle-même sera munie d'un robinet vanne à l'entrée du réservoir [9].



**Figure V.12** : Départ de la distribution

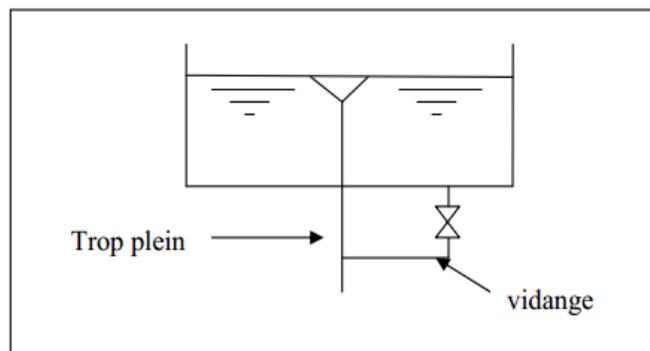
### V.5.3. Conduite de trop-plein

Cette conduite a pour rôle d'évacuer l'eau en cas de défaillance du robinet flotteur qui entraîne le non arrêt de la pompe, elle ne comporte pas de robinet sur son parcours.

### V.5.4. Conduite de vidange

Elle part du point bas du réservoir et se raccorde sur la canalisation de trop-plein.

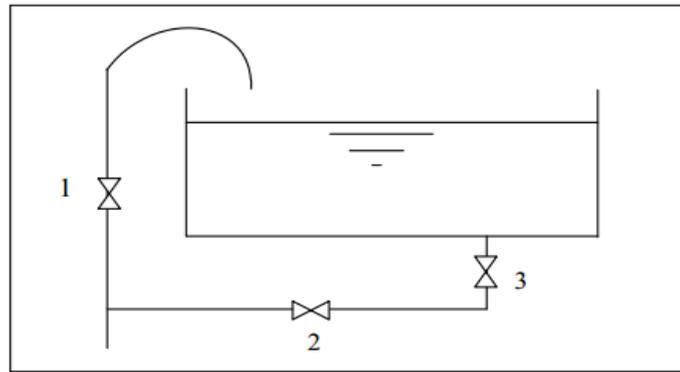
Elle Comporte un robinet-vanne.



**Figure.V.13** : trop plein et vidange

### V.5.5. Conduite de By-pass

En cas de nettoyage ou de réparation du réservoir, il est bon de prévoir une communication entre la conduite d'adduction et de distribution. Elle s'effectue selon le schéma de la figure (V.14), en temps normal, 1 et 3 sont ouvert et 2 fermé. En by-pass, on ferme 1 et 3 et on ouvre 2.



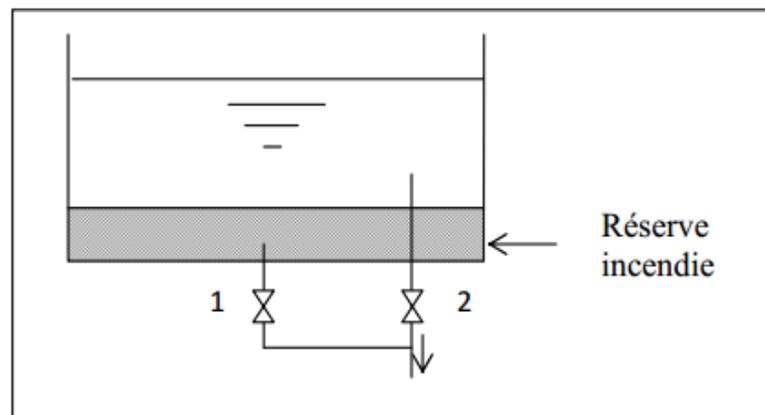
**Figure V.14.** By-pass

## V.6. Matérialisation de la réserve incendie

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement une fois que le niveau d'incendie est atteint, on distingue:

### V.6.1. Système à deux prises

En temps normal, 1 est fermé et 2 ouvert. En cas d'incendie, il suffit d'ouvrir. Mais il existe ainsi une tranche morte, ce qu'il faut éviter.



**Figure V.15.** Système à deux prises

### V.6.2. Système à siphon

C'est le dispositif le plus souvent adopté, il est constitué par un siphon qui se dés amorce quand le niveau de la réserve est atteint le minimum, en service normal, on ouvre les vannes 1 et 3 et on ferme la vanne 2.

En cas d'incendie, on ouvre la vanne 2.

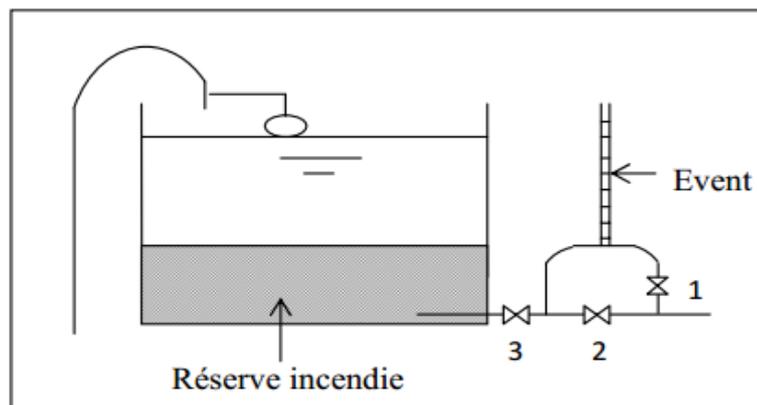


Figure V.16. Système à siphon

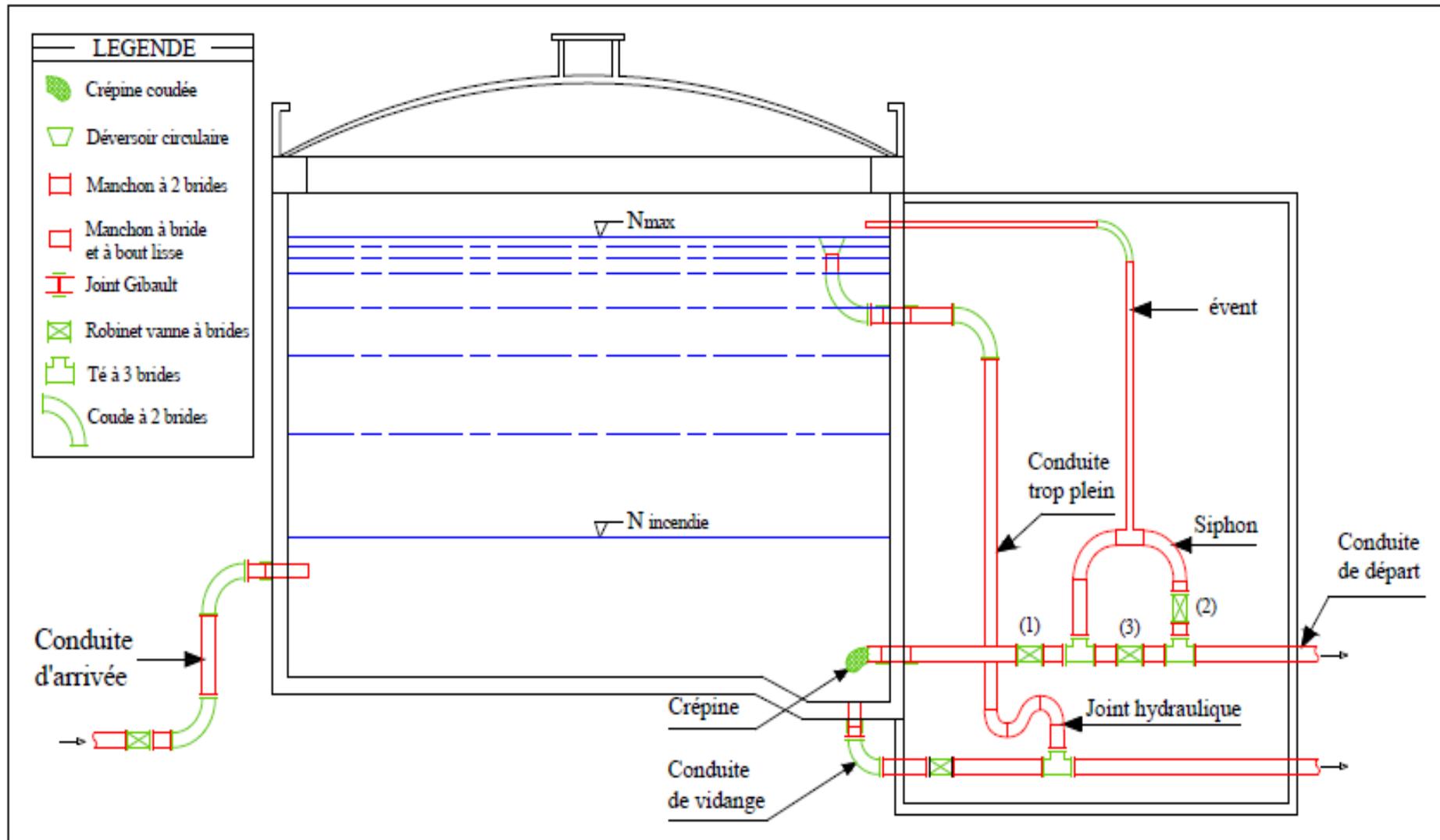


Figure V.17. Schéma général d'un réservoir

## V.7. Calcul de la capacité des réservoirs de stockage

Pour l'estimation de la capacité d'un réservoir, on a recourt à la méthode analytique.

### V.7.1. Méthode Analytique

La méthode Analytique se base sur le régime de la consommation tout au long de la journée et le temps du fonctionnement de la pompe, le volume utile  $V_u$  est déterminé par la formule suivante :

$$V_u = \frac{P_{max\%} \times Q_{max.j}}{100} \quad (III-1)$$

Ou

- $V_u$  : volume utile.
- $Q_{max.j}$  : Débit maximal journalier en ( $m^3/j$ ).
- $P_{max\%}$  : Pourcentage du résidu maximum dans le réservoir en (%), il est donné par la formule ci-après

$$P_{max} = |V_+| + |V_-| \quad (III-2)$$

Avec :

- $V_+$  : Valeur maximale de surplus.
- $V_-$  : Valeur minimale de déficit.

Enfin, le volume du réservoir est donné par la formule :

$$V_R = V_U + V_{inc} \quad (III-3)$$

- $V_R$  : Volume de réservoir ;
- $V_u$  : Volume utile ;
- $V_{inc}$  : Volume d'incendie ( $V_{inc} = 120$ ).

### V.7.2. Diamètre du réservoir

Par la formule suivante :

On prendre  $H = [3 \text{ à } 6] \text{ m}$

$$V_R = S \times H \Rightarrow S = \frac{V_R}{H} \quad (III-4)$$

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} \quad (\text{III-5})$$

### V.7.3. La hauteur de la réserve d'incendie

$$H_{\text{inc}} = \frac{V_{\text{inc}}}{S} \quad (\text{III-6})$$

## V.8. Détermination de la capacité des réservoirs

### V.8.1. Dimensionnement de la bache de reprise de la station de pompage (SP1)

La bache de reprise est un ouvrage composée d'une station de pompage :

Le dimensionnement de la bache de reprise est déterminé d'après le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge et pour que la pompe ne se désamorce pas, dans notre cas on prend un temps de stockage de 1/4heure :

$$V_R = \frac{Q_{\text{max } j} \times t}{T} \quad (\text{III-7})$$

avec :

- $V_R$  : volume de la bache de reprise ( $\text{m}^3$ ) ;
- $Q_{\text{max } j}$  : débit entrant ( $\text{m}^3/\text{j}$ ) ;
- $T$  : tempe de pompage (20h) ;
- $t$  : tempe de fermeture des vanne (1/4h).

$$Q_{\text{max } j} = 33293 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_R = (33293 \times 0,25) / 20$$

$$V_R = 416,16 \text{ m}^3$$

On prendre une bache de capacité standard de 500 ( $\text{m}^3$ ).

**Remarque :** Dans notre projet, nous avons 3 stations de pompage et à partir de chaque station une bache de reprise

La hauteur d'eau utile est limitée Généralement entre 3 et 6 mètres.

**Tableau V.19.** Les résultats de dimensionnement des baches de reprise

Vréel (m3)	V normalisée (m3)			
416,16	500			
V (m3)	500	500	500	500
h (m)	3	4	5	6
S (m2)	166,6666667	125	100	83,3333333
D (m)	15	13	12	11

On prend la hauteur de la bache  $h = 4$  m est on diamètre normalisée 13 m

Puisqu'il s'agit d'une bache circulaire posée sur terre, il n'y a pas de grand risque quant à l'effondrement.

**Remarque :** Les dimensions des trois baches d'eau de (SP1), (SP2) et (SP3) sont identiques (c'est le même volume  $500 \text{ m}^3$ )

## V.8.2. Dimensionnement du réservoir tampon

### V.8.2.1. Dimensionnement de réservoir Thamda (RT)

Le Réservoir tampon (RT) assure un débit de  $33293 \text{ m}^3/\text{j}$  vers la première station de pompage le calcul de résidu maximale est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau V.20.** Capacité du réservoir Tampon Thamda (RT)

heure	apport %	débit apport ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	consommation %	consommation ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	surplus %	déficit %	résidu %
0_1	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		1,67
1_2	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		2,51
2_3	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		3,35
3_4	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		4,19
4_5	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		5,03
5_6	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		5,87
6_7	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		6,71
7_8	5	1664,65	4,16	1387,20833	0,84		7,55
8_9	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		8,38
9_10	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		9,21
10_11	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		10,04

heure	apport %	débit apport (m <sup>3</sup> /h)	consommation %	Consommatio n (m <sup>3</sup> /h)	surplus %	déficit %	résidu %
11_12	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		10,87
12_13	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		11,7
13_14	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		12,53
14_15	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		13,36
15_16	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		14,19
16_17	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		15,02
17_18	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		15,85
18_19	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		16,68
19_20	0	0	4,17	1387,20833		4,17	12,51
20_21	0	0	4,17	1387,20833		4,17	8,34
21_22	0	0	4,17	1387,20833		4,17	4,17
22_23	0	0	4,17	1387,20833		4,17	0
23_24	5	1664,65	4,17	1387,20833	0,83		0,83
total	100	33293	100	33293			

D'après le tableau ci-dessus :

➤ **Résidu maximal :**

$$P_{\max} = 16,68 \%$$

➤ **Volume total :**

$$V_T = V_u + V_{\text{inc}} = (16,68 \times 34000) / 100 + 120 \Rightarrow V_T = 5791.2 \text{ m}^3$$

➤ **Constatation :** Le volume calculé est de 5791,2m<sup>3</sup>, RT sera d'une capacité de 6000 m<sup>3</sup> donc 2x 3000 m<sup>3</sup>.

La hauteur d'eau utile est limitée Généralement entre 3 et 6 mètres

**Tableau V.22.** Le résultat de dimensionnement de réservoir tampon (RT)

V (m3)	3000	3000	3000	3000
h (m)	3	4	5	6
S (m2)	1000	750	600	500
D (m)	36	31	28	26
Hinc	0,12	0,16	0,2	0,24

On prend la hauteur de la bache  $h = 4$  m est on diamètre normalisée 31 m avec un hauteur d'incendie  $H_{inc}=0.16m$

Puisqu'il s'agit d'un réservoir circulaire posé sur terre, il n'y a pas de grand risque quant à l'effondrement.

#### V.8.2.2. Dimensionnement du réservoir Ighil Nath Djennad (Rind)

Le réservoir tampon (RIND) assure une distribution vers Azzefoun et Ait Chafaâ et une adduction vers réservoir (RTT), le calcul de volume représente dans le tableau suivant :

**Tableau V.23.** Capacité du réservoir Tampon (RIND)

heure	C h	apporté (m <sup>3</sup> /h)	Consommation(m <sup>3</sup> /h)		Consom Mation total (m <sup>3</sup> /h)	apport cumul (m <sup>3</sup> /h)	Consom mation Cumul (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta v(+)$ $\Delta v(-)$ (m <sup>3</sup> )
			Adduction (m <sup>3</sup> /h)	Distribution (m <sup>3</sup> /h)				
0-1	3,35	1664,65	733,833333	653,375	1115,3155	1664,65	1115,31	549,33
1-2	3,25	1664,65	733,833333	653,375	1082,0225	3329,3	2197,33	1131,96
2-3	3,3	1664,65	733,833333	653,375	1098,669	4993,95	3296	1697,94
3-4	3,2	1664,65	733,833333	653,375	1065,376	6658,6	4361,38	2297,21
4-5	3,25	1664,65	733,833333	653,375	1082,0225	8323,25	5443,40	2879,84
5-6	3,4	1664,65	733,833333	653,375	1131,962	9987,9	6575,36	3412,53
6-7	3,85	1664,65	733,833333	653,375	1281,7805	11652,55	7857,14	3795,40
7-8	4,45	1664,65	733,833333	653,375	1481,5385	13317,2	9338,68	3978,51
8-9	5,2	1664,65	733,833333	653,375	1731,236	14981,85	11069,92	3911,92
9-10	5,05	1664,65	733,833333	653,375	1681,2965	16646,5	12751,21	3895,28
10-11	4,85	1664,65	733,833333	653,375	1614,7105	18311,15	14365,92	3945,22
11-12	4,6	1664,65	733,833333	653,375	1531,478	19975,8	15897,40	4078,39
12-13	4,6	1664,65	733,833333	653,375	1531,478	21640,45	17428,88	4211,56
13-14	4,55	1664,65	733,833333	653,375	1514,8315	23305,1	18943,71	4361,38
14-15	4,75	1664,65	733,833333	653,375	1581,4175	24969,75	20525,13	4444,61
15-16	4,7	1664,65	733,833333	653,375	1564,771	26634,4	22089,90	4544,49
16-17	4,65	1664,65	733,833333	653,375	1548,1245	28299,05	23638,03	4661,02
17-18	4,35	1664,65	733,833333	653,375	1448,2455	29963,7	25086,27	4877,42
18-19	4,4	1664,65	733,833333	653,375	1464,892	31628,35	26551,16	5077,18

**Tableau V.24.** Capacité du réservoir Tampon (RIND) (suite)

heure	C h	apporté (m <sup>3</sup> /h)	Consommation		Consom mation total (m <sup>3</sup> /h)	apport cumul (m <sup>3</sup> /h)	Consom mation Cumul (m <sup>3</sup> /h)	Δv(+) Δv(-) (m <sup>3</sup> )
			Adduction (m <sup>3</sup> /h)	Adduction (m <sup>3</sup> /h)				
19-20	4,3	0	733,833333	653,375	1431,599	31628,35	27982,76	3645,58
20-21	4,3	0	733,833333	653,375	1431,599	31628,35	29414,36	2213,98
21-22	4,2	0	733,833333	653,375	1398,306	31628,35	30812,67	815,67
22-23	3,75	0	733,833333	653,375	1248,4875	31628,35	32061,15	-432,80
23-24	3,7	1664,65	733,833333	653,375	1231,841	33293	33293	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>33293</b>	<b>17612</b>	<b>15681</b>	<b>33293</b>			

D'après le tableau ci-dessus :

➤ **Volume total :**

$$V_T = |-432,809| + |5077,18| + 120 = 5629,99 \text{ m}^3$$

- **Constataion :** Le volume calculé est de 5629,99 m<sup>3</sup>, RIND sera d'une capacité de 6000 m<sup>3</sup> donc 2x 3000 (m<sup>3</sup>).

La hauteur d'eau utile est limitée Généralement entre 3 et 6 mètres

**Tableau V.25.** Le résultat de dimensionnement de réservoir (RIND)

V (m <sup>3</sup> )	3000	3000	3000	3000
h (m)	3	4	5	6
S (m <sup>2</sup> )	1000	750	600	500
D (m)	36	31	28	26
Hinc	0,12	0,16	0,2	0,24

On prend la hauteur de la bache h = 4 m est on diamètre normalisée 31 m avec une hauteur d'incendie Hinc=0.16 m

Puisqu'il s'agit d'un réservoir circulaire posé sur terre, il n'y a pas de grand risque quant à l'effondrement.

### V.8.2.3. Dimensionnement de réservoir agouni Gaughram (RAG)

Le réservoir (RAG) assure une distribution vers Mizrana, le calcul de volume est présente dans le tableau suivant :

Tableau V.26. Capacité du réservoir Agouni Goughran (RAG) alimentant Mizrana

heure	Consommation horaire	V apporté (m3)	V consommée (m3)	$\Sigma V$ apporté (m3)	$\Sigma$ Vconsomé (m3)	$\Delta v(+)$ $\Delta v(-)$
0—1	1,5	169,66	61,08	169,666666	61,08	108,5866667
1—2	1,5	169,66	61,08	339,333333	122,16	217,1733333
2—3	1,5	169,66	61,08	509	183,24	325,76
3—4	1,5	169,66	61,08	678,666667	244,32	434,3466667
4—5	2,5	169,66	101,8	848,333333	346,12	502,2133333
5—6	3,5	169,66	142,52	1018	488,64	529,36
6—7	4,5	169,66	183,24	1187,666667	671,88	515,7866667
7—8	5,5	169,66	223,96	1357,333333	895,84	461,4933333
8—9	6,25	169,66	254,5	1527	1150,34	376,66
9--10	6,25	169,66	254,5	1696,666667	1404,84	291,8266667
10--11	6,25	169,66	254,5	1866,333333	1659,34	206,9933333
11--12	6,25	169,66	254,5	2036	1913,84	122,16
12--13	5	169,66	203,6	2205,666667	2117,44	88,22666667
13--14	5	169,66	203,6	2375,333333	2321,04	54,29333333
14--15	5,5	169,66	223,96	2545	2545	0
15-16	6	169,66	244,32	2714,666667	2789,32	-74,6533
16--17	6	169,66	244,32	2884,333333	3033,64	-149,30666
17--18	5,5	169,66	223,96	3054	3257,6	-203,6
18--19	5	169,66	203,6	3223,666667	3461,2	-237,533
19--20	4,5	169,66	183,24	3393,333333	3644,44	-251,106666
20--21	4	169,66	162,88	3563	3807,32	-244,32
21--22	3	169,66	122,16	3732,666667	3929,48	-196,81333
22--23	2	169,66	81,44	3902,333333	4010,92	-108,58666
23--24	1,5	169,66	61,08	4072	4072	0
<b>TOTAL</b>	100	4072	4072			

D'après le tableau :

$$V_u = |-251,10| + |529,36|$$

$$V_u = 780,46 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_u + V_{inc} = 78046 + 120 \Rightarrow V_T = 900,46 \text{ m}^3$$

Donc la capacité du réservoir 1000 m<sup>3</sup>.

La hauteur d'eau utile est limitée Généralement entre 3 et 6 mètres

**Tableau V.27.** Les résultats de dimensionnement de réservoir (RAG)

Vréel (m <sup>3</sup> )	V normalisée(m <sup>3</sup> )			
900,46	1000			
V (m <sup>3</sup> )	1000	1000	1000	1000
h (m)	3	4	5	6
S (m <sup>2</sup> )	333,3333	250	200	166,6667
D (m)	21	18	16	15
Hinc	0,36	0,48	0,6	0,72

On choisit la hauteur de la bache  $h = 4$  m et son diamètre normalisé 18 m avec une hauteur d'incendie  $H_{inc} = 0,48$  m

Puisqu'il s'agit d'un réservoir circulaire posé sur terre, il n'y a pas de grand risque quant à l'effondrement.

#### V.8.2.4. Dimensionnement de réservoir Tête Tleta (RTT)

Le réservoir (RTT) assure une distribution vers Tizirt et Ifelessen et une adduction vers le réservoir (RAG), le calcul de volume représenté dans le tableau suivant :

**Tableau V.28.** Capacité du réservoir Tête Tleta (RTT) alimentant Tigzirt et Ifflissen

heure	C h	V apport (m <sup>3</sup> )	Consommation (m <sup>3</sup> /h)		Consom mation total (m <sup>3</sup> /h)	apport cumul (m <sup>3</sup> /h)	Consommation cumul (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta v(+)$ $\Delta v(-)$
			Adduction vers R <sub>AG</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Distribution (m <sup>3</sup> /h)				
0--1	1,5	733,83	169,666	564,16	264,18	733,83	264,18	469,65
1--2	1,5	733,83	169,666	564,16	264,18	1467,66	528,36	939,30
2--3	1,5	733,83	169,666	564,16	264,18	2201,5	792,54	1408,96
3--4	1,5	733,83	169,666	564,16	264,18	2935,33	1056,72	1878,61
4--5	2,5	733,83	169,666	564,16	440,3	3669,16	1497,02	2172,14
5--6	3,5	733,83	169,666	564,16	616,42	4403	2113,44	2289,56
6--7	4,5	733,83	169,666	564,16	792,54	5136,83	2905,98	2230,85
7--8	5,5	733,83	169,666	564,16	968,66	5870,66	3874,64	1996,02
8--9	6,25	733,83	169,666	564,16	1100,75	6604,5	4975,39	1629,11
9--10	6,25	733,83	169,666	564,16	1100,75	7338,33	6076,14	1262,19
10--11	6,25	733,83	169,666	564,16	1100,75	8072,16	7176,89	895,27
11--12	6,25	733,83	169,666	564,16	1100,75	8806	8277,64	528,36
12--13	5	733,83	169,666	564,16	880,6	9539,83	9158,24	381,59
13--14	5	733,83	169,666	564,16	880,6	10273,66	10038,84	234,82
14--15	5,5	733,83	169,666	564,16	968,66	11007,5	11007,5	0
15--16	6	733,83	169,666	564,16	1056,72	11741,33	12064,22	-322,88
16--17	6	733,83	169,666	564,16	1056,72	12475,16	13120,94	-645,77
17--18	5,5	733,83	169,666	564,16	968,66	13209	14089,6	-880,6
18--19	5	733,83	169,666	564,16	880,6	13942,83	14970,2	-1027,3
19--20	4,5	733,83	169,666	564,16	792,54	14676,66	15762,74	-1086,0
20--21	4	733,83	169,666	564,16	704,48	15410,5	16467,22	-1056,7
21--22	3	733,83	169,666	564,16	528,36	16144,33	16995,58	-851,24
22--23	2	733,83	169,666	564,16	352,24	16878,16	17347,82	-469,65
23--24	1,5	733,83	169,666	564,16	264,18	17612	17612	0
<b>TOTAL</b>	100	17612	4072	12282	17612			

D'après le tableau :

**Volume total :**

$$V_u = |-1086,07| + |2289,56|$$

$$V_u = 3316,92 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_u + V_{inc} = 3316,92 + 120 \Rightarrow V_T = 3436,92 \text{ m}^3$$

Donc la capacité du réservoir  $3600 \text{ m}^3$ , en proposé deux réservoir de  $1800 \text{ m}^3$  ( $2 \times 1800$ ) est suffisante pour satisfaire les besoins en eau des agglomérations.

La hauteur d'eau utile est limitée Généralement entre 3 et 6 mètres

**Tableau V.29.** Les résultats de dimensionnement de réservoir (RTT)

Vréel (m3)	V normalisée (m3)			
3436,92	3600			
V (m3)	1800	1800	1800	1800
h (m)	3	4	5	6
S (m2)	600	450	360	300
D (m)	28	24	22	20
Hinc	0,2	0,26	0,33	0,4

On prendre la hauteur de la bache  $h = 4 \text{ m}$  est on diamètre normalisée  $24 \text{ m}$  avec un hauteur d'incendie  $H_{inc} = 0.26 \text{ m}$

Puisqu'il s'agit d'un réservoir circulaire posé sur terre, il n'y a pas de grand risque quant à l'effondrement.

## V.10. Récapitulatif des résultats

Le dimensionnement du réservoir dépend du volume de sortie (consommation et la distribution), et du volume à l'entrée, les résultats sont représenté dans le tableau suivant :

**Tableau V.30.** Le récapitulatif des résultats

Bâche/réservoir	Volume normalisée (m <sup>3</sup> )	Diamètre (m)	Hauteur (m)
<b>RT</b>	6000 (2×3000)	31	4
<b>Bâche de reprise SP1</b>	500	13	4
<b>Bâche de reprise SP2</b>	500	13	4
<b>Bâche de reprise SP3</b>	500	13	4
<b>RATH</b>	6000 (2×3000)	31	4
<b>RTT</b>	3600 (2×1800)	24	4
<b>RAG</b>	1000	18	4

## Conclusion

Dans ce chapitre on a déterminé les capacités et le dimensionnement des différents types de réservoir, on remarque que les réservoirs ont un rôle très important (stockage et distribution), après cette étude de dimensionnement des réservoirs, il est nécessaire de choisir les pompes que doivent reprendre aux conditions d'exploitation désirées.

# CHAPITRE VI

## CHOIX DE POMPE

## Introduction

Une pompe est un appareil qu'aspire un fluide d'une région à grande pression, pour le refouler à une région à basse pression son fonctionnement consiste à transformer l'énergie mécanique fournie par son moteur d'entraînement en énergie hydraulique.

Les pompes les plus utilisées sont la pompe centrifuge, vu qu'elles permettent le refoulement des débits importants à des hauteurs considérables, et qu'elles constituent des groupes légers peu coûteux et présentent un bon rendement.

### VI.1. Choix d'emplacement de la station de pompage

L'emplacement de la station de pompage doit être déterminé à partir du calcul technicoéconomique, il tiendra compte des conditions locales et des conditions de l'exploitation. Il dépend aussi du relief, d'accès de l'alimentation en énergie électrique et de l'environnement. L'exploitation de la station de pompage tient compte aussi de la condition de la prise d'eau de la floculation du niveau d'eau dans le réservoir et des conditions hydrogéologiques et géologiques.

### VI.2. Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit visé  $Q_2$  et la hauteur HMT
- Meilleur rendement
- Vérifier la condition de non cavitation
- Encombrement et poids les plus faibles
- Vitesse de rotation la plus élevée
- Puissance absorbée minimale
- Être fabriqué en série [5].

Dans le projet actuel, on opte pour les pompes centrifuges multicellulaires pour haute pression à axe horizontal, pour cela on utilisera le catalogue CAPRARI. En plus de ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale visés avec vitesse de rotation variant (1750-3500) tr/min.

### VI.3. Choix du nombre de pompes

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes minimal.
- Meilleur rendement.
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH)  $r$  minimale.
- Nombre d'étage minimal.
- Puissance absorbée minimale. [5]

Dans notre étude, on s'intéressera à la marque de la pompe Caprari (les fiche techniques sont dans l'annexe)

### VI.4. Caractéristiques de pompes

Le refoulement des eaux se fait par une station de pompage (ou usine élévatoire).

Elle comporte principalement :

- La salle d'arrivée d'eau (ou bêche d'aspiration)
- La salle des commandes
- La salle des machines, comportant généralement plusieurs groupes élévatoires.

Chaque groupe élévatoire est constitué d'un moteur et d'une pompe. Le moteur nécessaire à l'entraînement de la pompe, est généralement électrique et rarement thermique (ou diesel). En ce qui concerne les pompes, on distingue plusieurs types selon la forme de l'énergie donnée à l'eau. Les caractéristiques hydrauliques d'une pompe sont le débit  $Q$ , la hauteur de refoulement  $H$ , la puissance absorbée  $P_a$ , le rendement ( $\eta$ ) et, éventuellement, la capacité d'aspiration NPSH (Net Positive Suction Head) [5].

### VI.5. Classification des pompes

Suivant le mode de déplacement du liquide à l'intérieur de la pompe, le classement des pompes se fait selon deux grandes catégories :

#### VI.5.1. Les pompes volumétriques

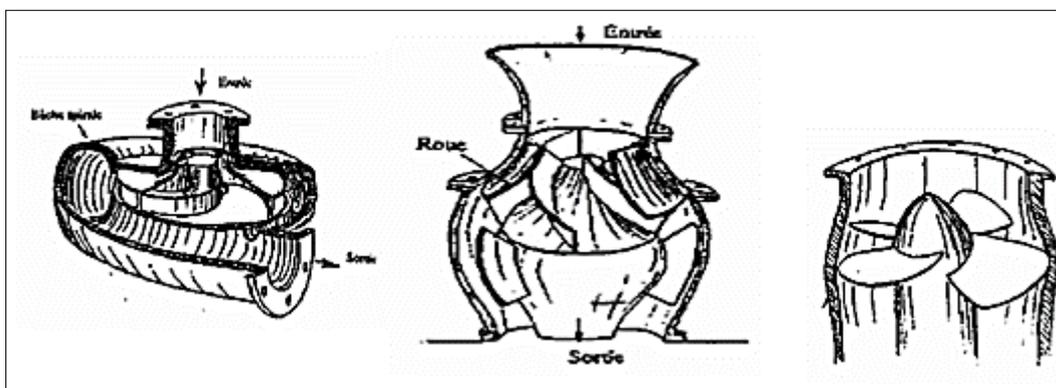
L'écoulement résulte de la variation de volume occupée par le liquide. Elles sont surtout destinées au pompage des fluides visqueux, qu'elles élèvent à de faibles débits à des pressions

élevées. On distingue les pompes alternatives (à piston, à diaphragme...) et des pompes rotatives (à vis, à engrenage, à palettes hélicoïdales, péristaltiques ...) [6].

### VI.5.2. Les turbopompes

Les turbopompes sont actuellement les plus employées dans le domaine d'hydraulique. Suivant le type de la roue (turbine) et son mode d'action On distingue

- Pompes centrifuges.
- Pompes à hélices.
- Pompes hélico-centrifuges



**Figure VI.18** : Pompe centrifuge, Pompe hélico-centrifuge et Pompe axiale

Les pompes centrifuges sont les plus utilisées dans le domaine de l'alimentation en eau potable pour les avantages suivants :

- Elles refoulent de grands débits à des hauteurs importantes
- Elles constituent des groupes légers, moins chers, d'un rendement acceptable et peu encombrantes, ce qui permet de réaliser d'appréciables économies sur les bâtiments abritant

Les installations de pompage. On peut classer les pompes centrifuges comme suit :

#### VI.5.2.1. Suivant la forme de la roue

- Pompe centrifuge radiale,
- Pompe centrifuge semi axiale.

#### VI.5.2.2. Suivant le nombre de roues

- Monocellulaire,
- Multicellulaire.

### VI.5.2.3. Suivant la position de son axe

- Pompe à axe horizontal,
- Pompe à axe vertical [6].

## VI.6. Le point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement d'une pompe est l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe installée et en fonctionnement [H-Q] et la courbe caractéristique de la conduite refoulant un débit de la pompe en fonctionnement [Hc-Q].

La courbe caractéristique de la pompe est donnée par le constructeur ou par les essais de pompage tandis que la courbe caractéristique de la conduite est déterminée par l'installateur de la pompe.

La pompe fonctionnera dans de bonnes conditions si le point de fonctionnement se trouve dans la zone non citationnelle et le débit lui correspondant dans plage de bon fonctionnement pour un rendement optimal.

### VI.6.1. Caractéristiques hydrauliques d'une pompe

Les performances d'une pompe sont représentées par les courbes dans la figure suivantes[1] :

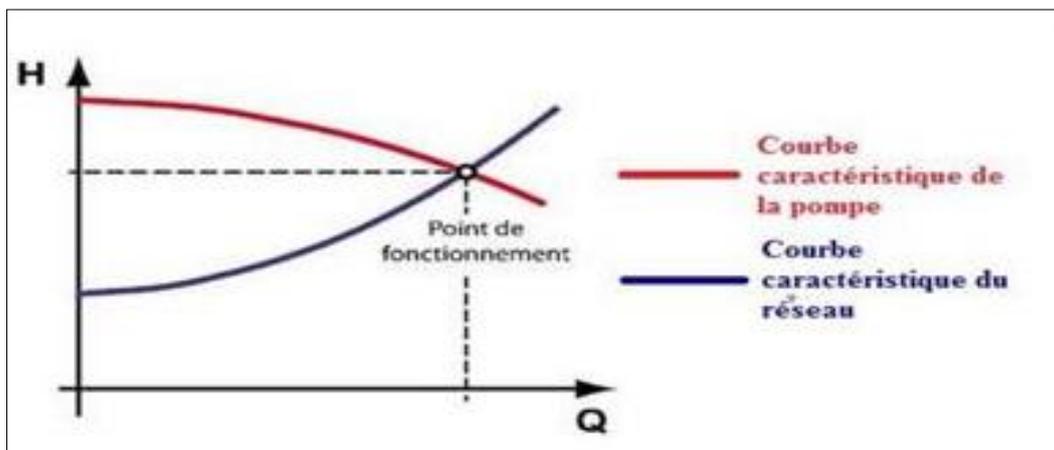


Figure VI.19 : courbe de point de fonctionnement d'une pompe

### VI.6.1.1. La courbe hauteur-débit ( $H = f(Q)$ )

Elle représente les variations de différentes hauteurs en fonction du débit.

### VI.6.1.2. La courbe rendement-débit ( $\eta = f(Q)$ )

Cette courbe présente les valeurs du rendement en fonction du débit

### VI.6.1.3. La courbe des puissances absorbées-débit ( $P = f(Q)$ )

Elle représente la variation des puissances absorbées en fonction des débits.

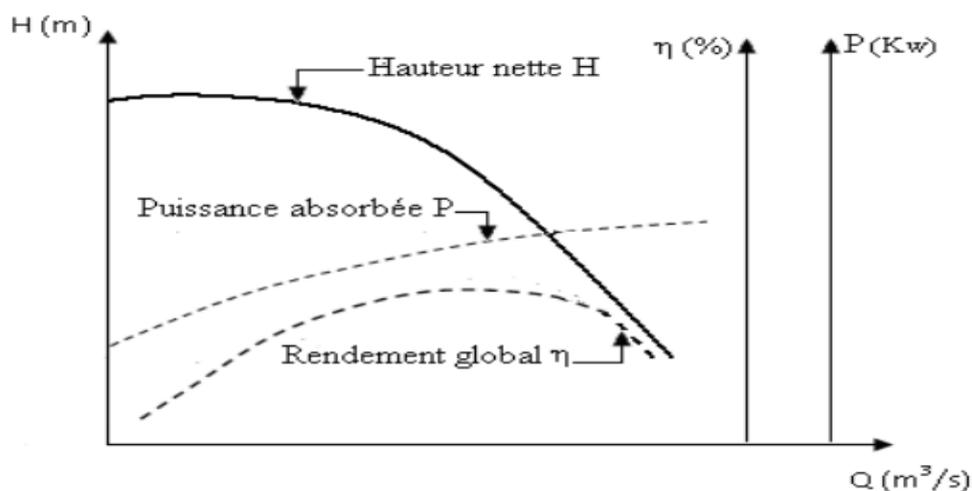


Figure VI.20 : Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

## IV.9. Couplage des pompes

Dans certains cas les besoins ( $H_{mt} - Q$ ) ne peuvent être satisfaits que par une seule pompe on préfère utiliser plusieurs pompes

Dans ce cas, on sera amené à utiliser un couplage de pompes, les pompes peuvent être couplées en série ou en parallèle, selon le but recherché, soit d'augmenter la hauteur ou bien le débit.

### IV.9.1. Couplage en série

Ce montage s'emploie lorsqu'on veut augmenter la hauteur de refoulement.

### IV.9.2. Couplage en parallèle

Ce montage est rencontré lorsque l'on désire, pour une même hauteur de refoulement, et pour augmenter le débit.

## IV.10.Choix du type de pompe dans la station de pompage SP1

### IV.10.1. Caractéristique de la pompe SP1

Données de base :

- **HMT**=195,81 m
- **Hg**=190 m
- **Q** =1664,65 (m<sup>3</sup>/h) =462 (l/s)

Par les données de base On choisit la catalogue de marque italien CAPRARI on opte 05 pompe centrifuges multicellulaires à axe horizontale plus d'une (01) pompe de secours. Ces pompes sont identiques de type PM 150/ 8 A voir l'annexe :

#### V.10.1.1. Données techniques et Caractéristiques de la pompe PM 150/ 8 A

- Q : 96.48 l/s
- H : 196 m
- (NPSH) r : 2,8 (m.c.e)
- $\eta$  : 76,5
- n. poles : 4
- Fréquence : 50 Hz
- Monophasé / Triphasé : 3~
- Puissance moteurP2 : 315 kW
- Tension : 400 V
- Diamètre refoulement : DN 150 (UNI PN40)
- Raccord d'aspiration : DN200 (UNI PN25)

Le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré.

La pointe fonctionnement donné : (472 l/s ,196 m)

La pointe fonctionnement désiré : (462 l/s ,196 m)

Les courbes caractéristiques des pompes sont représentées dans la figure suivante :

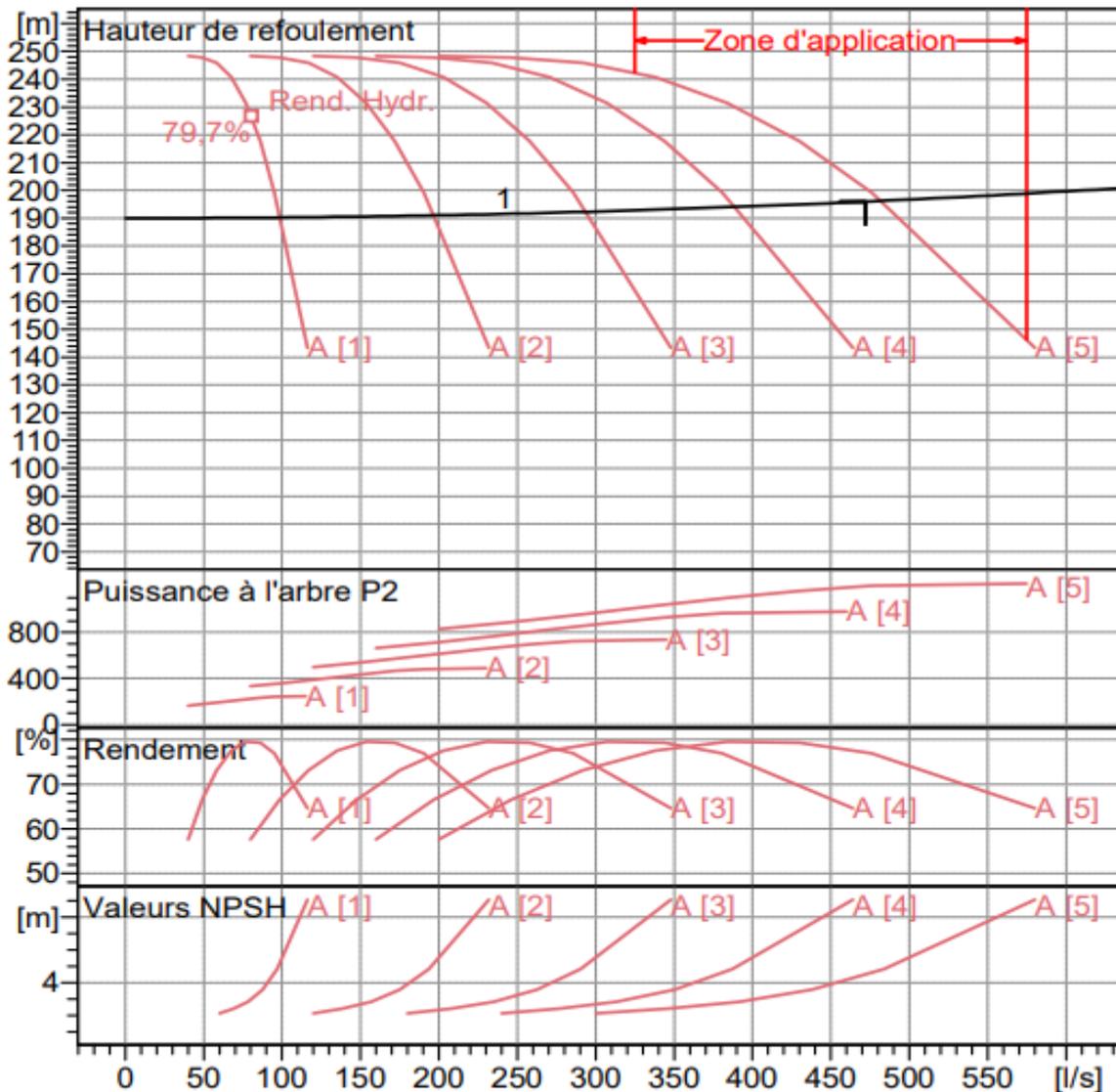


Figure VI.21 : les Courbes caractéristique de la station SP1

### V.10.1.2. Réalisation du point de fonctionnement

#### ➤ Variation du temps de pompage

$$T1 \times Q1 = T \times Q$$

D'où :

$$T1 = 20 \times \frac{462}{472} = 19,58h = 19h \text{ et } 58 \text{ min.}$$

Donc chaque pompe fonctionnera 19 heures et 58 minutes.

La puissance absorbée sera comme tel

$$P = \frac{g \times Q1 \times H1}{n} = \frac{9.8 \times 0.472 \times 196}{0.764} = 1211.81Kw$$

## V.10.2. Caractéristique de la SP2 et SP3

Données de base :

- **HMT**=235,46m
- **Hg**=230 m
- **Q** =1664,65 (m<sup>3</sup>/h) =462 (l/s)

Par les données de base On choisit la catalogue de marque italien CAPRARI on opte 06 pompe centrifuges multicellulaires à axe horizontal en plus d'une (02) pompe de secours. Ces pompes sont identiques de type (PM 150/ 8 A) voir l'annexe :

### V.10.2.1. Données techniques et Caractéristiques de la pompe PM 125/ 3 A

- **Q** = 83,5 l/s
- **H** = 236
- (NPSH)  $r = 2.85$
- $\eta = 79,6$
- n. poles : 4
- Fréquence : 50 Hz
- Monophasé / Triphasé : 3~
- Puissance moteurP2 : 250 kW
- Tension : 400 V
- Diamètre refoulement : DN 150 (UNI PN40)
- Raccord d'aspiration : DN200 (UNI PN25)

La pointe fonctionnement : (462 l/s ,236 m)

**Remarque** : les deux stations de pompage SP1 et SP2 sont identique Puisque le même débit et la hauteur manométrique total de la station SP2 presque égale la hauteur manométrique total de la station SP3 ( $HMT_{SP2} = HMT_{SP3}$ ).

Les courbes caractéristiques des pompes sont représentées dans la figure suivante :

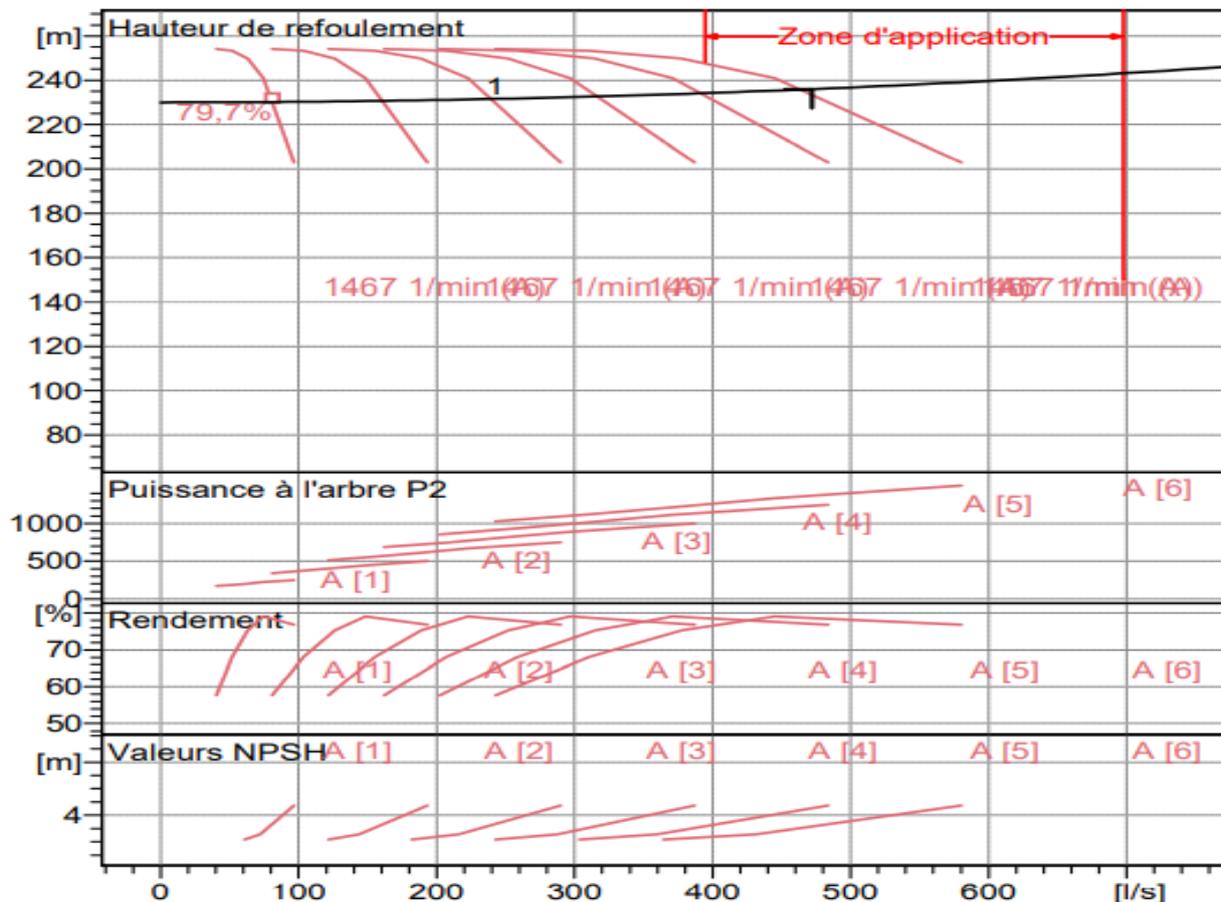


Figure VI.22 : les Courbe caractéristique de la station SP2

## V.11. Etude de la cavitation

On appelle cavitation d'une pompe centrifuge la vaporisation à l'entrée de la roue d'une partie du liquide pompé. C'est en effet en ce point que la pression est en général la plus basse. On considère en général que cette vaporisation est liée au fait que la pression absolue tombe en dessous de la pression de vapeur saturante du fluide pompé. En réalité, il s'agit de la création de bulles d'air dissous dans le liquide. Les effets de la cavitation peuvent être très néfastes pour la pompe :

- La création de bulle de vapeur à l'aspiration s'accompagnant de leur condensation brutale dans ou en sortie de roue, lorsque la pression remonte.
- Implosion des bulles de vapeur au niveau de la roue.
- vibrations anormales.
- Bruit anormal.
- Arrachement de matière dans les zones d'implosion,

- Chute du débit pompé lorsqu'apparaît le phénomène de cavitation.

Pour éviter ce phénomène il faut que la pression absolue à l'ouïe d'aspiration se maintienne largement au-dessus de la tension de vapeur du liquide. Soit la condition de non cavitation.

$NPSH_d > NPSH_r$   $NPSH_d$  : « Net Positive Section Head » que l'on peut traduire par « charge nette d'aspiration ». La charge nette d'aspiration disponible est la valeur de la pression absolue mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration de la pompe. Elle est déterminée par l'utilisateur.

$$\text{❖ } NPSH_d = \left(\frac{P_0}{\rho g}\right) + H_a - (\Delta h_a + h_v) \text{ (m) (Aspiration en charge).}$$

$$\text{❖ } NPSH_d = \left(\frac{P_0}{\rho g}\right) - H_a - (\Delta h_a + h_v) \text{ (m) (Aspiration en dépression).}$$

Avec :

- $\Delta h_a$  : les pertes de charge coté d'aspiration ;
- $H_a$  : Hauteur d'aspiration en (m) ;
- $h_v$  : Tension de vapeur d'eau pompée en (m) ;
- $P_0/\rho g$  : Pression du plan d'aspiration en (m) ;
- $H_v$  : C'est la pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.  $h_v = 0,24$  à  $T = 20$  °C.

$NPSH_r$  : chaque constructeur possède pour chaque type de pompe et pour une vitesse de rotation déterminée, une courbe donnant la valeur du NPSH requis en fonction du débit [10].



**Figure VI.23** : Effet de la cavitation

### V.11.1. Vérification de la cavitation SP1

- Côte du plan d'aspiration :  $C_a=260\text{m}$ .
- Perte de charges d'aspiration :  $J_a=0\text{ m}$ .
- Hauteur d'aspiration :  $h_a=1\text{ m}$ .

$$P_0 = 10,33 - 0,0012 \times 260 = 10,018\text{ m}$$

$$NPSH_d = 10,018 + 1 - (0+0,24) = 10,778\text{ m}$$

$$NPSH_r = 4,8$$

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Donc la pompe est en dehors de la zone de cavitation.

### V.11.2. Vérification de la cavitation SP2 et SP3

- Côte du plan d'aspiration :  $C_a=450\text{m}$ .
- Perte de charges d'aspiration :  $J_a=4\text{ m}$ .
- Hauteur d'aspiration :  $h_a=1\text{ m}$ .

$$P_0 = 10,33 - 0,0012 \times 450 = 9,79\text{ m}$$

$$J_a = h' - H = 241 - 237 = 4\text{ m}$$

$$NPSH_d = 9,79 + 1 - (4+0,24) = 6,55\text{ (m, c, e)}$$

$$NPSH_r = 2.85\text{ (m, c, e)}$$

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Donc la pompe est en dehors de la zone de cavitation.

## V.12. Récapitulation des résultats choix de pompe

Tableau VI.31 : Récapitulation des résultats choix de pompe

Dimensionnement	SP1	SP2 et SP3
Q (m <sup>3</sup> /h)	1664.65	1664.65
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,462	0,462
HMT (m, c, e)	196	236
Rendement $\eta$ (%)	76.4	79,6
NPSH <sub>r</sub> (m, c, e)	4.8	2.85
NPSH <sub>a</sub> (m, c, e)	10,77	6,55

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons utilisé le catalogue CAPRARI pour choisir le type de pompe suffisant, pour les trois stations de pompage, nous avons opté pour des pompes multicellulaires à axe horizontal, pour le fonctionnement idéal du réseau.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

## Conclusion générale

Dans ce travail, on a étudié un projet d'alimentation en eau potable des cinq communes du Nord de wilaya de Tizi-Ouzou (Mizrana, Tizirt, Iflissen, Azzefoun et Ait Chafaâ) à partir de la station de dessalement de l'eau de mer Thamda Ouguemoun.

Après l'estimation des besoins pour l'horizon futur, nous n'avons constaté que les besoins à long terme (Horizon 2051), qui sont de 33293 m<sup>3</sup>/j.

Pour le dimensionnement des conduites d'adduction, nous avons 4 tronçons d'adduction par refoulement, à savoir de diamètre respectif de 700 mm et vitesse acceptable 1.2 m/s

Pour l'adduction gravitaire, nous avons 3 tronçons :

- 1<sup>er</sup> tronçon : SDEM vers RT avec un diamètre 600 mm et vitesse acceptable 1.36 m/s
- 2<sup>ème</sup> tronçon : RIND vers RTT avec un diamètre 450 mm et vitesse acceptable 1.28m/s
- 3<sup>ème</sup> tronçon : RTT vers RAG avec un diamètre 300 mm et vitesse acceptable 0.66 m/s

Pour le dimensionnement des ouvrage de stockage, nous avons trois bache de reprise a une capacité 500 m<sup>3</sup> et deux réservoir tampon (RT) et (RIND) avec une capacité 6000 m<sup>3</sup> et deux réservoir distribution (RTT) avec une capacité 3600 m<sup>3</sup> et (RAG) avec une capacité 1000 m<sup>3</sup>

Le choix des pompes adéquates au refoulement, afin d'assurer l'acheminement de l'eau jusqu'au consommateur, a été réalisé à l'aide des catalogues « CAPRARI PUMP TUTOR », on a trouvé pour les trois stations de pompage le type de pompe (PM 150/ 8 A).

La protection des pompes et des conduites doit être assurée, pour cela nous avons établi une étude sur la cavitation, et cela pour le coup de bélier, tout en assurant une bonne pose des conduites.

Enfin, cette étude nous permet de mettre en pratique toutes les connaissances que nous avons acquises dans tous les domaines de l'hydraulique durant notre cycle de formation, et nous espérons que ce modeste travail servira pour les étudiants comme référence.

## Bibliographie

- [1] **BONVIN, J (2005)**. *Hydraulique urbaine, Tome I : Captage, Réseaux d'adduction, Réseaux de distribution, Equipement, Pompe, Petites centrales hydrauliques*
- [2] **BONNIN, J (1977)** ,*Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance*, Collection de la direction des études et recherche d'électricité de France, Edition Eyrolles, 216 pages.
- [3] Etude d'APD de l'Alimentation en Eau Potable des communes côtières de Tizi-Ouzou à partir de la SDEM de THAMDA OUGUEMOUN
- [4] **DUPONT, A (1979)**. *Hydraulique urbaine, Tome II, Ouvrage de transport, Elévation et distribution des eaux*, paris, Edition Eyrolles, 484 pages
- [5] **GODART 2008**, *Adduction et distribution d'eau*. Technique de l'Ingénieur.
- [6] **HAMDAOUI H, et MERZOUGUI, K ;** *Raccordement en eau potable de la commune de Seddouk à partir du transfert Akbou-Bejaia à partir du barrage Tichi-haf ;* Mémoire de Fin d'Etude (master) ; Université de Bejaia ; 2010.
- [7] **HAMAMOUCHE M, et KADEM S ;** *Etude de renforcement de l'alimentation en eau potable des deux communes larbaa nath irathen et ait oumalou à partir de la chaine rabta ;* Mémoire de Fin d'Etude (master) ; Université de Bejaia ; 2014.
- [8] **MOHAMED, D ;** *Etude d'ALIMENTATION EN EAU POTABLE De La ville Ain fakroun POS 11 ;* Mémoire de Fin d'Etude (master) ; Université OUM EL BOUAGHI. 2011.
- [9] **M<sup>me</sup>. REZIG. A.** *Hydraulique. Polycopie de cours AEP.* Université de bouira (2020)
- [10] **OUCHAOUA. T, SOUIDI L.** *Etude et distribution en eau du village Ighil Imoula, commune de Tizi N'Tleta (TIZI OUZOU) ;* Mémoire de Fin d'Etude (master) ; Université de Bejaia ; 2009.
- [11] Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) commune de Tizi-ouzou, Wilaya de Tizi-Ouzou.
- [12] <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tizi-ouzou/tizi-ouzou-3061/> (consultation mai, 2021)
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tizi\\_Ouzou#Relief](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tizi_Ouzou#Relief) (consultation mai, 2021)
- [14] [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Tizi\\_Ouzou](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Tizi_Ouzou)
- [15] « [Présentation de la Wilaya de Tizi-Ouzou](#) » [[archive](#)], sur [wilaya-15-gelambre.monsite-orange.fr](http://wilaya-15-gelambre.monsite-orange.fr) (consulté le 18 novembre 2020)

# ANNEXE

**PM 150/ 8 A**
**Caractéristiques requises**

Débit	462 l/s
Hauteur de refoulement	196 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	5

**Caractéristiques de la pompe**

Débit	92,4 l/s
Hauteur de refoulement	196 m
Puissance absorbée	242 kW
Rendement	76,4%
Hauteur manométrique H(Q=0)	292 m
Orif. de refoulement	150 mm

**Caractéristiques moteur**

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	315 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

**Limites opérationnelles**

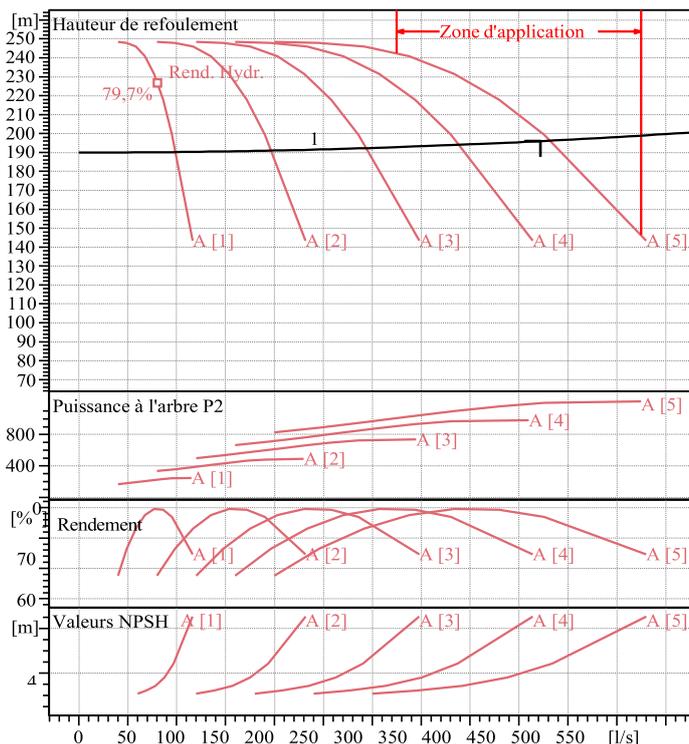
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s

**Caractéristiques générales**

Poids	2890 kg
-------	---------

**Matériaux**

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

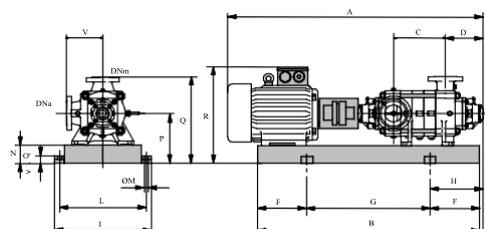

**Caractéristiques de fonctionnement**

UNI/ISO 2548/C

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPS [m]

**Dimensions mm**

A = 3459
B = 2867
C = 1110
D = 351
DNa = 200
DNm = 150
E = 236
F = 400
G = 2067
H = 636
I = 870
L = 820
M = 20

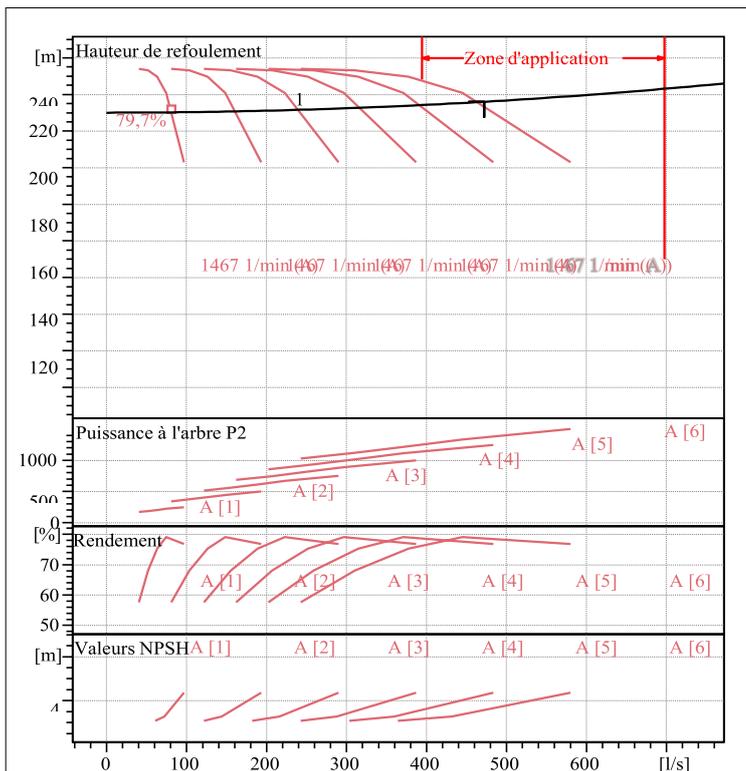


Notes:

Date 26.06.2021	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

PM 150/ 8 A	
<b>Caractéristiques requises</b>	
Débit	462 l/s
Hauteur de refoulement	236 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	6
<b>Caractéristiques de la pompe</b>	
Débit	77 l/s
Hauteur de refoulement	236 m
Puissance absorbée	229 kW
Rendement	79,6%
Hauteur manométrique H(Q=0)	299 m
Orif. de refoulement	150 mm
<b>Caractéristiques moteur</b>	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	250 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
<b>Limites opérationnelles</b>	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Caractéristiques générales</b>	
Poids	2850 kg

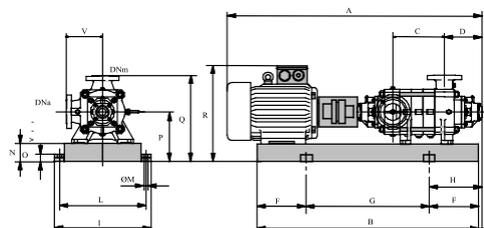
Matériaux	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étagé	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée


**Caractéristiques de fonctionnement** Courbes des performances indicatives

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

**Dimensions** mm

A = 3459  
 B = 2867  
 C = 1110  
 D = 351  
 DN<sub>a</sub> = 200  
 DN<sub>m</sub> = 150  
 E = 236  
 F = 400  
 G = 2067  
 H = 636  
 I = 870  
 L = 820  
 M = 20



## Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
26.06.2021	1		