

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

GUERRACHE Rami

ZEMRAKE Abd ElHafid

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

Option : **HYDRAULIQUE URBAINE**

INTITULE:

ETUDE DE RENFORCement de centre de l'hchichia (ain arnet W. SETIF) en eau potable à partir du RESERVOIR De 2×2000 m³(les grands transferts)

Soutenu le Mercredi **28/09 /2022** 11H30 Labo géologie Devant le jury

composé de :

- Président : **M^r, KADJI, B.**
- Promoteur (s) : **M^r, YAKOUBI, M.**
- Examineur (s) : **M^r, HAMCHAOUI, S.**

REMERCIEMENT

Avant tout propos, nous remercions « Dieu » le tout puissant qui nous a donné sagesse et courage pour faire correctement ce modeste travail.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation du travail, en particulier : Mr YAKOUBI, qui a bien voulu nous encadrer durant ce mémoire de fin d'études.

Nos plus vifs remerciements aux personnels de la subdivision de l'hydraulique de la daïra de AIN ARNET wilaya de Sétif qui nous ont accueillis dans leurs bureaux et de nous avoir guidé.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi aux membres de jury qui - malgré leurs occupations - ont bien voulu examiner et discuter notre travail.

A tous nos enseignants qui ont toujours des réponses à nos questions. Sans oublier nos chères familles et tous nos amis.

Merci

DEDICACES

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues

Années d'études, en premier lieu à :

- À ma très chère mère DJAWIDA à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien.
- À mon père ABDELHAMID qui m'a soutenu et à su me donner courage au moment venu.
- À mes frères CHAFIK et AHMED et son soutien au moment crucial.
- À tous les membres de la famille : GUERRACHE.
- À ma Petite BouthBouth qui je dois beaucoup pour leurs sacrifices, aides, soutiens.
- À ceux qu'on aime.
- À tous mes amis et mes collègues.

DEDICACES

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années
d'études, en premier lieu :

- À ma très chère mère AKILA, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices,
son amour, son aide et son soutien matériels et moral et me voir ainsi
arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.

- À mon très cher père DJEMAA, pour ces conseils, son soutien

Et que Dieu les protège.

- À mes frères FAYÇEL, ZINE EDDINE ET MOUMENE que j'aime
fortement.

- À Ma chère sœur MANNASSA

- À toute ma très belle famille et que dieu la protège.

- À tous mes amis et mes collègues.

ABDELHAFID

Sommaire

Liste Des Symboles
Liste Des Tableaux
Liste Des Figures

Introduction Générale 1

Chapitre I : Présentation du Site

I.1. Introduction..... 17

I.2. Situation Géographique 18

I.3. Situation Topographique 18

I.4. Situation Climatologique 5

 I.4.1. La Pluviométrie.....19

 I.4.2. La Température.....19

I.5. Situation Hydraulique..... 19

 I.5.1. Eaux Superficielles19

 I.5.2. Eaux Souterraines20

I.6. Présentation De La Nouvelle Source D'alimentation 20

 I.6.1. Localisation Du Barrage.....7

 I.6.2. Caractéristiques Générales Du Barrage.....21

 Barrage EL-MAOUANE : 21

I.7. Conclusion 21

Chapitre II : Estimation Des Besoins

II.1. Introduction 22

II.2. Evaluation De La Population..... 23

II.3. Le Choix De La Norme De Consommation (Dotation) 25

II.4. Consommation Moyenne Journalière 25

II.5. Différents Types Des Besoins 25

 II.5.1. Besoins Domestiques26

 II.5.2. Besoins En Eau des Différent Equipements (Administratif, Commerciale, Industriel26

 II.5.3. Estimation des pertes28

 II.5.4. Evaluation des débits moyens totaux28

II.6 consommation maximal journalière $Q_{\max,j}$ 29

 II.6.1 Variation de la consommation horaire30

II.7. Conclusion 31

Chapitre III : Réservoirs

III .1. Introduction	32
III .2. Rôle des Réservoirs	34
• Rôles de régulateur et accumulateur :	34
• Augmentation des pressions :	34
• Gain d'énergie au niveau de la station de pompage :	34
• Utilité pour briser la charge :	34
• Stockage de la réserve d'incendie :	34
III .3. Emplacement du Réservoir	34
III .4. Classification des Réservoirs.....	35
III .4.1. Classification selon le matériau de construction :	35
III .4.2. Classification Selon La Situation Des Lieux :	35
III .4.3. Classification Selon La Forme Géométrique :	36
III .4.4. Classification Selon L'utilisation :	36
III .5. Equipements Des Réservoirs	37
III .5.1. Equipements Hydrauliques Des Réservoirs	37
III .5.1.1. Conduite D'adduction Ou D'arrivée	37
III .5.1.2. Conduite De Distribution Ou De Départ	37
III .5.1.3. Conduite De Trop-Plein :	38
III .5.1.4. Conduite De Vidange	39
III .5.1.5. Conduite By-Pass	39
III .5.1.6. Matérialisation De La Réserve D'incendie.....	40
III .5.2. Equipement De Nettoyage :	40
III .6. Vérification De l'état Du Réservoir Existant	41
III .7. Détermination De La Capacité Des Réservoirs	41
III .7.1 Volume Total Du Réservoir	42
III .7.2 Calcul De La Capacité Du Réservoir L'hchichia	43
III .7.3 Calcul De La Capacité Du Réservoir Barale.....	45
III .7.4 Calcul De La Capacité Du Réservoir Boularyache :	47

III.7.5 Calcul De La Capacité Du Réservoir Gallia :	49
III.8. Conclusion.....	51

Chapitre IV : Adduction

IV.1. Introduction	52
IV.2. Types D'adduction	53
IV.2.1. Adduction Gravitaire	53
IV.2.2. Adduction Par Refoulement.....	53
IV.2.3. Adduction Mixte	54
IV.3. Le Choix Du Trace	54
IV.4. Choix Du Type Des Conduites.....	55
IV.5. Equipement Hydrauliques Des Conduites D'adduction	56
IV.5.1. Les Vannes De Sectionnement :	56
IV.5.2. Les Ventouses :	57
IV.5.3 Les Robinets De Décharge (Vidange) :	57
IV.5.4. Les Clapets :	58
IV.5.5. Les Crépines :	58
IV.6. Etude Technico-Economique Des Conduites.....	59
IV.6.1. Calcul Des Diamètres Economiques :	59
IV.6.2. Calcul De La Vitesse.....	59
IV.6.3. Calcul Des Pertes De Charge :	60
IV.6.3.1. Pertes De Charge Linéaires :	60
IV.6.3.2. Pertes De Charge Singulières :	61
IV.6.3.3. Pertes De Charge Totales	61
IV.6.3.4. Détermination De La Puissance Absorbée Par La Pompe :	61
IV.6.4. Détermination De La Hauteur Manométrique :	61
IV.6.5. Energie Consommée Par La Pompe :	62
IV.6.6. Détermination Des Frais D'exploitation.....	62
IV.6.7. Détermination Des Frais D'amortissement :	62
IV.6.8. Détermination Des Frais Totaux :	62
IV.7. Description De La Nouvelle Chaîne D'adduction	63
IV.8. Calcul Des Diametres Economiques Pour Les Differents Tronçons.....	64
IV.9. Conclusion	71

Chapitre V : Pompes

V.1. Introduction	73
V.2. Choix Des Pompes.....	74
V.3. Définition D'une Pompe Immergée.....	74
V.3.1. Type de pompe Immergée	75
V.3.1.1 Une Pompe Immergée Plane :.....	75
V.3.1.2. Une Pompe Immergée A Haute Pression :	75
V.4.1. Les Courbes Caractéristiques D'une Pompe :.....	75
V.4.1.1 La Courbe Hauteur-Débit « $H = f(Q)$ »	75
V.4.1.2. La Courbe Rendement – Débit « $\eta = f(Q)$ »	75
V.4.1.3. La Courbe Des Puissances Absorbées – Débit « $P_a = f(Q)$ »	75
V.4.1.4. La Courbe De La Charge Nette D'aspiration Requise – Débit : $NPSHR = f(Q)$... 75	
V.4.1.5. Couplage D'une Pompe A Un Réseau	76
V.4.1.6. Recherche De La Réalisation Du Point De Fonctionnement Désiré.....	76
V.5. Couplage Des Pompes	79
V.5.1. Couplage En Parallèle.....	79
V.5.2. Couplage En Série	79
V.6. Etude Du Phénomène De Cavitation	79
V.7. Choix Du Type Des Pompes	80
IV.8. Conclusion	82

Chapitre VI : Pose Et Protection Des Conduites

VI.1. Introduction.....	83
VI.2. Analyse Du Coup De Bélier.....	84
VI.2.1. Définition Du Coup De Bélier	84
VI.2.2. Causes Du Coup De Bélier	84
VI.2.3. Conséquences Du Coup De Bélier	84
VI.2.4. Moyens De Protection Contre Le Coup De Bélier	85
VI.2.4.1. Volant D'inertie	85
VI.2.4.2. Soupape De Décharge	85
VI.2.4.3. Réservoirs D'air	85
VI.2.4.4. Cheminée D'équilibre	85
VI.3. Définition Des Pressions.....	85
VI.3.1. Pression Maximale De Service	85
VI.3.2. Pression De Service.....	86
VI.3.3. Pression Statique	86
VI.3.4. Pression De Fonctionnement Admissible	86

VI.3.5. Pression Nominale.....	86
VI.3.6. Pression Maximale Admissible.....	86
VI.4. Etude Du Coup De Belier	86
VI.4.1. Calcul De La Célérité D'ondes	86
VI. 5. Calcul Du Coup De Béliet Pour Les Tronçons De Refoulement.....	88
VI.5.1. Caractéristiques Des Conduites.....	88
VI.5.2. Constatation Des Résultats	88
VI.6. Pose Des Conduites	88
V.6.1. Exécution Et Aménagement De La Tranchée	88
VI.6.2. Stabilisation Des Conduites	90
VI.6.3. Travaux Spéciaux.....	90
VI.6.3.1. Traversée De Route.....	90
VI.6.3.2. Traversées D'oueds	92
IV.6.3.3. Traversée De La Voie Ferrée.....	93
VI.6.3.4. Pose En Elévation	94
VI.6.3.5. Mise En Eau Et Epreuve.....	94
VI.6.3.6. La Stérilisation Des Conduites Neuves Avant La Mise En Service	94
VI.7. Conclusion	94
Conclusion Générale	95

Bibliographie

Annexe

Resumé

Liste des Tableaux

<i>Tableau (II.1) : Tableau. II.1. Evaluation de la population L'hchichia 2052.....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau (II.2) : Estimation des habitants des logements et lots projetés L'hchichia 2052.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau (II.3) : Norme de consommation domestique.....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau (II.4) : Besoins en eau domestique.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau (II.5) : Taux de majoration pour l'administration, le commerce et la partie industrie sur le PNE 2010.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau (II.6) : Les besoins en eau Administratif, Commerciale, Industriel Et Equipements... </i>	<i>12</i>
<i>Tableau (II.7) : Evaluation débit des pertes</i>	<i>13</i>
<i>Tableau (II.8) : Evaluation des débits moyens totaux</i>	<i>13</i>
<i>Tableau(II.9) : Consommation Maximal Journalière.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau(II.10) : Coefficient β_{max} Qui Varie En Fonction Du Nombre D'habitant.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau (II.11) : Représentation des valeurs de β_{max}, $K_{max.h}$ et $Q_{max.h}$ pour l'horizon actuel (2052).....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau (III.1) : Calcul De La Capacité Du Réservoir L'hchichia.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau (III.2) : Calcul De La Capacité Du Réservoir Barale.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau (III.3) : Calcul De La Capacité Du Réservoir Boularyache.....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau (III.4) : Dimensionnement Du Réservoir Gallia.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau (III.5) : Bilan de Stockage.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau (VI.1) : Caractéristiques de la conduite de refoulement.....</i>	<i>69</i>

Liste des Figures

Figure (I.1) : localisation de la zone d'étude.....	3
Figure (I.2) : Situation de la zone d'étude.....	4
Figure (I.3) : Barrage El Maouane.....	6
Figure (III.1) : Schéma général des phases de production et de distribution d'un AEP.....	17
Figure (III.2) : réservoir Semi-enterré cylindrique.....	19
Figure (III.3) : réservoir surélevé.....	20
Figure (III.4) : conduite d'adduction.....	21
Figure (III.5) : Conduite de distribution.....	22
Figure (III.6) : Conduite de trop-plein	22
Figure (III.7) : Schéma trop- plein et vidange.....	23
Figure (III.8) : Conduite de by-pass.....	23
Figure (III.9) : Matérialisation de la réserve d'incendie.....	24
Figure (IV.2) : Ecoulement par refoulement	37
Figure (IV.3) : Conduite en PEHD (polyéthylène haute densité).....	38
Figure (IV.4) : Vannes De Sectionnement.....	39
Figure (IV.5) : Les Ventouses.....	40
Figure (IV.6) : Les Robinets De Décharge.....	40
Figure (IV.7) : Les Clapets.....	41
Figure (IV.8) : Crépine.....	41
Figure (IV.9) : Réservoir 2000 m ³ Mezloug.....	46
Figure (IV.10) : L'emplacement de Réservoir 2000m ³ Mezloug.....	46
Figure (V.1) : Pompe Immergée.....	57
Figure (V.2) : Courbes caractéristiques d'une pompe immergée.....	58
Figure (V.3) : Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré.....	60
Figure(V.4) : Courbe caractéristique de la pompe MEC-A 2/100B.....	63
Figure (VI.1) : Pose de la conduite en tranchée.....	71
Figure (VI.2) : Butée sur coude horizontal.....	72
Figure(VI.3) : Butée sur coude vertical et Butée sur branchement.....	72
Figure(VI.4) : Protection spéciale pour la traversée de route	72
Figure (VI.5) : Traversée de route national N28.....	73
Figure (VI.6) : Traversée de route W140	73
Figure (VI.7) : Traversée de route Communale L'hchichia	73
Figure (VI.8) : Traversée d'oued	74
Figure (VI.9) : Traversée d'oued Bousselame	74
Figure (VI.10) : traversée de chemin de fer.....	75
Figure (VI.11) : traversée de chemin de fer Coté Cimetière Sidi Lkhayer.	75

Liste Des Symboles

P_n: population pour l'horizon considéré.

P₀: population de l'année de référence.

T: Taux d'accroissement.

n: nombre d'années séparent l'année de référence et celle d'horizon considérée.

Q_{moy,j}: consommation moyenne journalière des consommateurs en (m³/s).

q: dotation moyenne journalière des consommateurs en (l/j/cons).

N_i: nombre de consommateur.

Q_{dom}: Le débit des besoins domestique journalier en (m³/j).

Q_{équi}: Le débit des équipements journalier en (m³/j).

Q_{moy,j,maj}: Débit moyen journalier majoré (m³/j).

Q_{moy,j}: Débit moyen journalier.

Q_{Max,j}: Consommation maximale journalière (m³/j).

K_{Max,j}: Coefficient d'irrégularité maximum journalière.

Q_{max,h}: Débit maximum horaire (m³/h).

K_{max,h}: Coefficient d'irrégularité horaire maximal.

α_{max}: Coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements.

β_{max}: Coefficient en fonction de la taille d'agglomération.

V_T: volume total du réservoir.

V_{inc}: volume d'incendie (120m³).

V_U: volume utile de stockage du réservoir en (m³).

P_{max}: résidu maximal dans le réservoir en (%).

R⁺_{max}: Résidu maximal positif.

R⁻_{max}: Résidu maximal négatif.

D: Diamètre de la conduite (m).

Q: Débit véhiculé en m³/s.

D_{min}: Diamètre minimal de la conduite(m).

D_{max}: Diamètre maximal de la conduite(m).

V: vitesse d'écoulement en (m/s).

V_{min}: Vitesse minimale.

V_{max}: Vitesse maximale.

H_L: perte de charge linéaire (m/ml).

L: longueur de la conduite (ml).

v: Viscosité cinématique.

H_s: Perte de charge singulière (m/ml).

H_T: Perte de charge totale (m/ml).

P_a: Puissance absorbée par la pompe(KW).

η: Rendement de la pompe (%).

H_{mt}: Hauteur manométrique de la pompe (m).

t_p: Nombre d'heures de pompage.

P: Puissance de pompage.

F_{exp}: Frais d'exploitation(DA).

E: Energie consommée par la pompe (KWh).

e: Prix unitaire du KWh, fixé par la SONELGAZ.

P_U: Prix unitaire de la conduite (DA/ml).

A: L'Amortissement annuel (Annuité)

F_{am}: Les frais d'amortissements (DA).
F_{tot}: Les frais totaux (DA).
H_g: La hauteur géométrique.
H_v: Les pertes de charge dans la vanne.
R: Le coefficient qui caractérise la résistance de la conduite.
g: L'accélération de la pesanteur.
H_c: La hauteur de la conduite.
h: Perte de charge engendrée par vannage en (m).
H: La distance séparée entre le point désiré et l'intersection de la verticale.
m: Coefficient de rognage.
N: Vitesse de rotation de la pompe (tr/min).
H_v: la pression de vapeur maximale.
(NPSH) d: Charge nette minimale disponible à l'aspiration.
(NPSH) r: la charge nette minimale requise à l'aspiration.
C: Célérité d'onde (m/s).
e: Epaisseur de la conduite (mm).
k: Coefficient dépendant des matériaux constituant la canalisation.
T_f: Le temps de fermeture de la vanne.
T: Temps d'aller et retour de l'onde.
B: La valeur de coup de bélier.
H_d: La valeur de la dépression.
H_s: La valeur de la surpression.
S: Section de la conduite (m²).
V_m: Vitesse moyenne en (m/s).
V₀: Vitesse du régime d'écoulement dans la conduite avant la disjonction.
V_f: Vitesse finale choisie a la fin de d'un aller retour d'une onde.
U: Volume d'air du réservoir.
U₀: Volume d'air choisi arbitrairement au départ en m³.
δ₀: Perte de charge dans la conduite en régime de fonctionnement normal.
Z₀: Pression absolue.
V: Volume nouveau de l'air.
Z: Pression dans le réservoir d'air.
d': Diamètre de la veine liquide contracté dans la tuyère (m). **V₁**: Vitesse de l'eau dans la tuyère (m/s).
d:Diamètre de la tuyère (m).
c: Coefficient de perte de charge dans une tuyère.
Q_s: Débit spécifique (l/s).
Q_p: Débit de pointe (l/s).
L_i: La longueur du tronçon i (m).
Q_r: Débit de route.
Q_n: Débitaux nœuds.
Q_c: Débit concentré au noeud en aval en (l/s).
Re: Nombre de Reynolds.

Introduction

Introduction Générale

Depuis la nuit des temps, l'eau a toujours été à la base de toute vie sur terre, Elle constitue l'élément essentiel dans toutes les civilisations que l'humanité a connues. Donc il est

Indispensable que cette eau soit utilisée d'une manière équitable, rationnelle et économique.

On l'appelle aujourd'hui « l'or bleu », c'est un besoin fondamental, irremplaçable et Chaque être humain a le droit à l'eau salubre. Mais pour près d'un milliard de personne, cette Promesse n'est pas encore tenue, ils vivent sans eau potable, la terre à une véritable crise d'eau.

Parmi les pays qui sont touchés par cette problématique, l'Algérie, ses ressources conventionnelles en eau étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ce qui a

Incité les autorités à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de

La population.

La population du village de **L'hchichia** a connu ces dernières années un accroissement démographique Important. Cette situation a provoqué un manque accru en terme d'eau potable, et c'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude, qui consiste à l'étude du renforcement du système d'alimentation en eau potable du village **L'hchichia** de la daïra de **Ain Arnet** wilaya de **Sétif**. L'objet de notre étude est de dimensionner un réseau d'alimentation en eau, afin de satisfaire les besoins en eau potable pour l'horizon projeté.

La présente étude s'articule sur cinq volets principaux :

- ❖ Nous débiterons notre travail par une présentation générale du site ainsi que les Caractéristiques de la région.
- ❖ Ensuite nous procéderons à l'estimation de la population et des besoins en eaux , et cela dans le but d'établir un bilan des ressources disponibles et des besoins à satisfaire à l'horizon projeté.
- ❖ Le troisième chapitre sera consacré à la vérification de l'ouvrage de stockage existant et le Dimensionnement desréservoirs projetés.
- ❖ La partie dimensionnement du réseau d'adduction, sera présenté au chapitre quatre.

- ❖ Par la suite le cinquième chapitre portera sur le choix des pompes adéquates au refoulement vers le réservoir de stockage qui devront répondre aux exigences du projet.
- ❖ Par ailleurs nous précéderons l'étude du coup de bélier et proposerons les moyens de protection contre ce phénomène dans le dernier chapitre.
- ❖ Nous allons terminer notre travail par une conclusion générale qui résume les problèmes

Rencontrés et les solutions préconisées.

CHAPITRE I :

Présentation De Site

I.1. Introduction

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître Toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi Ces facteurs nous citons quelques un : les données relatives de l'agglomération, les données Propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que la connaissance de la géologie et là Topographie du site, qui nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la Réalisation des travaux.

I.2. Situation Geographique

Le centre de **L'hchichia** fait partie de la commune de **Mezloug** faisant partie de la wilaya de **Sétif** et de la Daïra d'**Ain Arnet** il est situé au Nord-Ouest du chef-lieu de la commune de **Mezloug** à environ de 06 km et à 12 km du chef-lieu de la Wilaya. Ce qui lui donne son appartenance à la région des hauts plateaux sétifiens. [9]

Le centre de **L'hchichia** est limité :

- Au Nord par le chef-lieu de la Daïra d'Ain Arnet.
- A l'est par le chef-lieu de la Wilaya de Sétif.
- A l'Ouest par les centres Melsa et Oulad Si Ali.
- Au Sud par le chef-lieu de commune de Mezloug.

Figure. I.1. Localisation de la zone d'étude.



I.4. Situation Climatologique

I.4.1. La Pluviométrie

La pluviométrie annuelle moyenne et sa répartition mensuelle pour notre aire d'étude ainsi que le nombre de jours mensuels et annuel de pluies est :

- Maximum en mm/an → 469 mm/an
- Nombre de jours de pluie → 100 jours

Les pluies tombent d'une façon irrégulière et les orages sont assez fréquents en Mai et Juin.

La hauteur des pluies mensuelle varie entre 11 et 60 mm.

Le mois le plus pluvieux de l'année est le mois de Janvier avec 60 mm.

Le mois le plus sec de l'année est le mois de Juillet (11 mm), suivi du mois d'Aout (14 mm).

I.4.2. La Température

De part, sa position au Nord des hautes plaines, coupée de l'influence méditerranéenne par les chaînes des BABORS.

Elle fait partie du climat méditerranéen à étage frais, elle subit les influences climatiques des reliefs dominants du nord (MICRO-CLIMAT) en montagnes et en vallées selon l'exposition des versants et celle du SAHARA en raison de sa position continentale.

- La moyenne mensuelle des températures est de 14.10 C°.
- La moyenne mensuelle du mois le plus froid de l'année est le mois de Janvier avec 4.80 C°.
- La moyenne mensuelle du mois le plus chaud de l'année est le mois de Juillet avec 40 C°.
- L'année est divisée en deux (02) saisons bien distinctes.
- Saison chaude : débute en Mai et s'achève en Octobre
- Saison froide : s'étale de Novembre à Avril.

I.5. Situation Hydraulique

I.5.1. Eaux Superficielles

- ❖ Le centre L'hchichia ne dispose d'aucune ressource superficielle.

I.5.2.Eaux Souterraines

❖ La situation en eau souterraine n'est pas plus reluisante, les réserves souterraines Potentiellement potable se font rare dans la région.

Actuellement le centre **L'hchichia** est alimenté à partir du forage **BENGHEDFA**

Il y a également un piquage sur la conduite d'**AIN ZADA-SETIF** d'un diamètre de 250 mm.[9]

I.6. Présentation De La Nouvelle Source D'alimentation

La figure ci-après représente le site du barrage El *Maouane*



Figure. I.3. Barrage El Maouane.

I.6.1. Localisation Du Barrage

Le barrage **Maouane** est situé à 8 Km au Nord-Ouest de la Ville de **Sétif**, dans la commune d'Ourissia, daïra d'Aïn-Arnet, sur l'oued El-Guessar, affluent de l'oued Bousellame.

Le barrage **Maouane** est un réservoir en aval du système « ouest » du transfert des hautes plaines sétifiennes. Il recueillera les eaux transférées par pompage depuis la retenue existante d'Ighil-Emda pour les affecter à l'alimentation en eau potable des populations de la région de Sétif et à irrigation Des Plaines de la région.[1]

I.6.2. Caractéristiques Générales Du Barrage

Barrage EL-MAOUANE :

- Superficie Du Bassin Versant Est **20.80 Km²** Avec Capacité Totale De La Retenue est **147.90 Hm³**
- La Cote : du retenue normal RN est **1148.72 NGA**, Des Plus Hautes Eaux PHE est **1149.12NGA**
- Type de barrage est noyau
- La crête : La longueur est de **884m**, la largeur est de **6m**, la cote est de **1151.42 NGA**
- Evacuateur des crues est **Q_{max} : 2 m³/s [2]**

I.7. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de récolter les notre zone d'étude qui vont nous servir pour l'élaboration du projet de Renforcement en eau potable dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II :

Estimation Des

Besoins

II.1. Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée Pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur.

II.2. Evaluation De La Population

Le réseau d'alimentation en eau potable de la région sera conçu en tenant compte de la Croissance démographique dans le temps. La population de **L'hchichia** croit à un rythme de 2%. Connaissant le nombre de population en l'an 2008 et le taux d'accroissement prévu. L'estimation de la population en situation future, consistera à prendre en compte l'évolution De la population à long terme (30 ans), grâce à la relation suivante :

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

- P_n : population pour l'horizon considéré.
- P_0 : population de l'année de référence
- τ : Taux d'accroissement
- n : nombre d'années séparent l'année de référence et celle d'horizon considère.

Tableau. II.1. Evaluation de la population L'hchichia 2052.

Région	Population 2022 (hab) source APC	Taux d'accroissement (%)	Population 2052 (hab)
L'hchichia	5186	2.00	9394
Barale	382	2.00	692
Boularyache	239	2.00	433
Galia	330	2.00	598
TOTAL	6612		11117

❖ **L'hchichia** a connu une augmentation démographique importante en raison de son emplacement stratégique à proximité de la ville de Sétif et son immobilier est devenu très demandé, à travers le plan d'occupation des sols **POS** de notre zone d'étude à savoir

L'hchichia on estime la population des lotissements et bâtiments projetés[8] :

Tableau. II.2. Estimation des habitants des logements et lots projetés L'hchichia 2052.

Région	Nombre des lots pour les lotissements projetés	Nombre des logements pour les bâtiments projeté	Populations pour lotissements et les bâtiments	Population total (hab)
L'hchichia	3226	111	20022	29416
Barale	00	00	00	692
Boularyache	00	00	00	433
Galia	00	00	00	598
TOTAL	3226	111	20022	31138

Remarque : pour estimer le nombre de population pour les lots des lotissements et les logements dans les bâtiments on prend 06 habitants pour chaque lot et pour chaque logement.

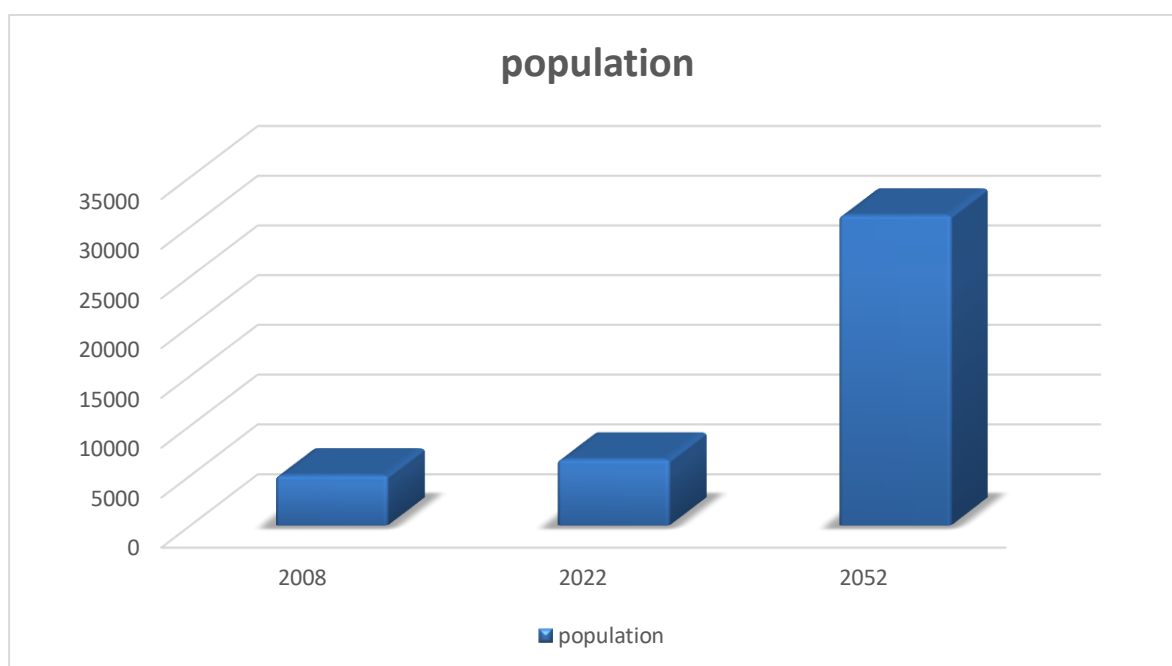


Figure. II.1. Histogramme de l'évaluation de la population.

II.3. Le Choix De La Norme De Consommation (Dotation)

La dotation ou la norme de consommation est définie comme étant la quantité quotidienne D'eau que doit utiliser l'être humain, dans ses différents besoins à savoir la boisson, la douche, Le ménage, etc.

Généralement pour l'estimation des besoins domestiques d'une agglomération urbaine, nous Pouvons tabler en premières approximation sur la base suivante :

Tableau. II.3. Norme de consommation domestique.

Nombre d'habitant	Norme de consommation (l/hab/j)
De 5000 à 20 000	150 à 200
De 20 000 à 100 000	200 à 250
Supérieur à 100 000	250 à 300

Nous estimons qu'une dotation de **150 l /j/hab.** sera suffisante pour satisfaire les besoins en eau potable pour le village de **L'hchichia.**

II.4. Consommation Moyenne Journalière

La consommation en eau d'une agglomération est estimée en fonction de la dotation Journalière, qui dépend de sa taille et de la catégorie du consommateur, elle est exprimée par La formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{(N \times D)}{1000} \text{ (m}^3\text{/jour)}$$

Q_{moyj} : consommation moyenne journalière (m³/jour)

D : La dotation journalière pour chaque type de consommateur exprimée en (L/J/Hab.).

N : Nombre d'usagers pour chaque catégorie de consommateurs.

II.5. Différents Types Des Besoins

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. Pour notre étude, il est nécessaire de se pencher sur les différents paramètres De besoins :

II.5.1. Besoins Domestiques

C'est la quantité d'eau utilisée par les consommateurs dans leurs résidences pour les différents Usages comme la lessive, la cuisine, l'hygiène, etc. Ils sont estimés selon la population et Avec une dotation unitaire qui dépend généralement de l'agglomération et de son niveau de Vie.

Tableau. II.4. Besoins en eau domestique.

Région	Population 2052 (hab)	Dotation (L/j/hab)	Débit usage domestique Q moy j (L/j)	Débit usage domestique Qmoyj (L/s) EN 2052
L'hchichia	29416	150	4412358,176	51,069
Barale	692	150	103791,019	1,201
Boularyache	433	150	64937,313	0,752
Galia	598	150	89662,398	1,038
TOTAL	31138	150	4670748,906	54.060

II.5.2. Besoins En Eau des Différent Equipements (Administratif, Commerciale, Industriel Et Equipements)

Les besoins administratifs, des commerces et de l'artisanat/petite industrie sont considérés comme étroitement liés à la typologie de l'agglomération et sont estimés par application directe aux dotations unitaires domestiques, de coefficients de majoration spécifiques à chaque catégorie d'utilisateurs.

Pour le calcul de la demande de l'administration, du commerce et de la petite industrie, les majorations utilisées dans le Plan National de l'Eau (Août 2010) sont appliquées. Elles sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau. II.5. Taux de majoration pour l'administration, le commerce et la partie industrielle sur le PNE 2010.[7]

Typed'agglomérations	Taux Administrati on	Taux Commer ce	Taux artisanat et petite Industrie	TauxTot al
Métropolesà statutparticulierdedélegat ion	35	17.5	17.5	70
Métropoles	30	15	15	60
Urbainsupérieur	25	12.5	12.5	50
Urbaine	20	10	10	40
Semiurbain	15	10	10	35
Semirural	10	7.5	7.5	25
Ruralaggloméré	5	5	5	15
Epars	0	0	0	0

Tableau. II.6. Les besoins en eau Administratif, Commerciale, IndustrielEt Equipements.

Région	Classification	Population à l'horizon 2052 (hab)	Débit usage domestique Qmoyj (L/s) EN 2052	Débit usage équipement Qmoyj (L/s)
L'hchichia	Urbaine	29416	51,069	20,428
Barale	Rural agglomérée	692	1,201	0,180
Boularyache	Rural agglomérée	433	0,752	0,113
Galia	Rural agglomérée	598	1,038	0,156
TOTAL		31138	54.060	20.876

II.5.3. Estimation des pertes

Dans la présente étude, les pertes réseaux sont estimés à 20% c'est à dire un rendement du réseau pris égale à 80%

Tableau. II.7.Evaluation débit des pertes.

Région	Classification	Débit usage domestique Qmoyj (L/s) EN 2052	Débit de fuite Qmoyj (L/s)
L'hchichia	Urbaine	51,069	10,214
Barale	Rural agglomérée	1,201	0,240
Boularyache	Rural agglomérée	0,752	0,150
Galia	Rural agglomérée	1,038	0,208
TOTAL		54.060	10.812

II.5.4. Evaluation des débits moyens totaux :

Tableau. II.8.Evaluation des débits moyens totaux.

Région	Population à l'horizon 2052 (hab)	Débit usage domestique Qmoyj (L/s) EN 2052	Débit usage équipement Qmoyj (L/s)	Débit de fuite Qmoyj (L/s)	Débit usage totale Qmoyj (L/s)
L'hchichia	29416	51,069	20,428	10,214	81,710
Barale	692	1,201	0,180	0,240	1,622
Boularyache	433	0,752	0,113	0,150	1,015
Galia	598	1,038	0,156	0,208	1,401
TOTAL :					85.748

II.6 consommation maximal journalière $Q_{max,j}$

La consommation d'eau quotidienne n'est pas constante, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Pour tenir compte de cette variation on doit considérer le coefficient dit

« Coefficient d'irrégularité journalière K_{max} » qui correspond à la concentration de tout l'écoulement (demande) sur une durée donnée de la journée, donc tenir compte des fuites, des pertes et des saisons où la consommation est maximale.[3]

Cette consommation représente le débit du jour le plus chargé de l'année, elle se détermine par la formule suivante :

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

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier (m^3/j) ;
- $Q_{maj,j}$: débit moyen journalier majoré (m^3/j) ;
- $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité maximal qui tient compte de l'augmentation de la consommation. Il est compris entre 1.1 et 1.3 ;

On prend $K_{max,j} = 1.25$.

Les résultats sont représentés dans le tableau (II-9) suivant :

Tableau. II.9. Consommation Maximal Journalière.

Région	Débit usage totale $Q_{moy,j}$ (L/s)	$K_{max,j}$	Consommation maximale journalière (l/s)	Consommation maximale journalière (m^3/j)
L'hchichia	81,710	1.25	102,138	8824,716
Barale	1,622	1.25	2,027	175,147
Boularyache	1,015	1.25	1,268	109,582
Galia	1,401	1.25	1,751	151,305
TOTAL :	85.748	1.25	107.185	9260,751

II.6.1 Variation de la consommation horaire

Le débit maximum horaire est une consommation d'eau journalière qui varie durant les 24 heures, elle peut être exprimée par la formule suivante :

$$Q_{max.h} = K_{max.h} \times (Q_{max.j}/24)$$

Avec :

- **Q_{max.h}** : débit maximum horaire (m³ /h) ;
- **Q_{max.j}** : débit maximum journalier (m³ /j) ;
- **K_{max.h}**: coefficient de variation horaire.

La valeur de **K_{max.h}** dépend de α_{max} et β_{max} tel que :

$$K_{max.h} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

• **α_{max}** : coefficient tenant compte du confort et des équipements de l'agglomération, compris entre 1.2 et 1.6, on prend $\alpha_{max} = 1.3$ pour le Type d'agglomération **Urbaine**, et $\alpha_{max} = 1.5$ pour le Type d'agglomération **Rural agglomérée**

• **β_{max}** : coefficient qui varie en fonction du nombre d'habitant représenté dans le tableau (II-10) ci-dessous :

Tableau. II.10. Coefficient β_{max} Qui Varie En Fonction Du Nombre D'habitant.

Population (hab)	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000
β_{max}	2.5	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2

Selon le tableau (II-10) on détermine les valeurs de β_{max} et on calcule le K_{max} , afin d'estimer les valeurs de $Q_{max.h}$ pour l'horizon actuel (2022) et futur (2052). Ces valeurs sont représentées dans le tableau (II-11) suivant :

Tableau II-11. Représentation des valeurs de β_{\max} , $K_{\max.h}$ et $Q_{\max.h}$ pour l'horizon actu (2052).

Région	Population 2052 (hab)	α_{\max}	β_{\max}	$K_{\max.h}$	Débit max.h (l/s)	Débit max.h (m ³ /h)
L'hchichia	29416	1.30	1.20	1,56	6,639	23,900
Barale	692	1.50	2.50	3,75	0,317	1,140
Boularyache	433	1.50	2.50	3,75	0,198	0,713
Galia	598	1.50	2.50	3,75	0,274	0,985

II.7. Conclusion

Vue le manque d'eau dans village de **L'hchichia**, la population souffre de pénurie d'eau surtout dans les périodes estivales ou la consommation augmente considérablement.

Suivant le résultat dans ce présent chapitre, nous constatons un déficit de l'ordre de 5 199,951 m³/j.

Donc pour combler ce déficit nous avons envisagé de renforcer notre réseau à partir du réservoir 2000 m³ de et qui fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE III :

Réservoir

III.1. Introduction

Très souvent, l'installation d'adduction et de distributions d'eau comporte des réservoirs. Le réservoir est un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. C'est un ouvrage hydraulique de stockage d'eau, soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à l'usage industriel. Il a pour fonction essentiel la régulation entre le débit consommé et celui approvisionné. Donc dans ce chapitre on abordera une étude des ouvrages et de la capacité de stockage nécessaire pour l'agglomération concernée. [4]

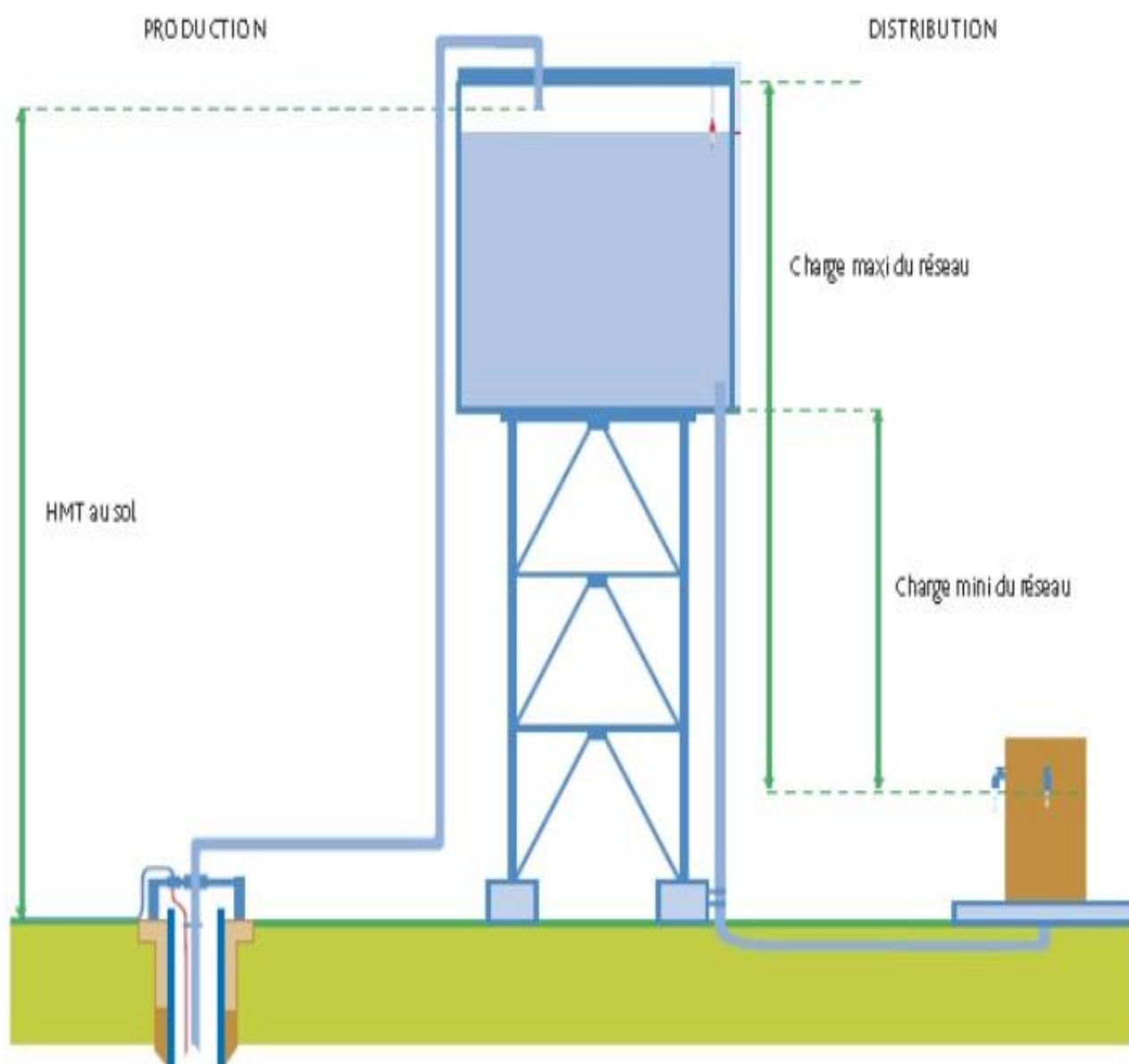


Figure. III.1. Schéma général des phases de production et de distribution d'un AEP.

III.2. Rôle des Réservoirs

Les réservoirs d'eau potable présentent plusieurs avantages tels que :

• **Rôles de régulateur et accumulateur :**

Dans une agglomération, le débit refoulé par la station de pompage n'est pas dans tous les cas égal au débit consommé. Donc un réservoir est indispensable pour assurer la régulation entre le débit refoulé et celui consommé, il permet aussi d'emmagasiner l'eau pendant toute la durée de fonctionnement de la station de pompage et assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.

• **Augmentation des pressions :**

Il s'agit dans ce cas d'un réservoir d'équilibre, le réservoir est placé à un point et une altitude de telle sorte qu'il puisse assurer la pression nécessaire dans des points très éloignés.

• **Gain d'énergie au niveau de la station de pompage :**

Le réservoir permet de réduire les dépenses d'énergie.

• **Utilité pour briser la charge :**

Si le terrain présente un relief très accidenté en certains points du réseau, on peut avoir des pressions non admissibles.

• **Stockage de la réserve d'incendie :**

On peut avoir deux cas :

- Un réservoir à part qui emmagasine la réserve d'incendie, ceci est rare dans la pratique du fait du coût de la réalisation de cette variante.
- La réserve d'incendie est accumulée dans le réservoir d'accumulation.

• **Milieu où on peut désinfecter le réseau à l'aide du chlore.[4]**

III.3. 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 à la plus haute cote piézométrique exigée le réseau [5]. Son implantation découle de considérations très diverses, techniquement on a intérêt à placer les

réservoirs au voisinage du centre de gravité des zones à desservir mais diverses considérations peuvent amener à s'écarter notablement de cette position techniquement optimale on peut citer :

- Le modèle du terrain naturel ;
- La possibilité de trouver des terrains disponibles à un prix acceptable ;
- Les servitudes éventuelles de hauteur ;
- La nature du sol (fondation) ;
- La taille de réservoir ;
- Les considérations esthétiques. [4]

III.4. Classification des Réservoirs

III.4.1. Classification selon le matériau de construction :

D'après la nature des matériaux, nous pouvons distingues les réservoirs :

- Métalliques
- En maçonnerie
- En béton (armé, ordinaire ou précontraint).

III.4.2. Classification Selon La Situation Des Lieux :

Les réservoirs peuvent être classés selon leur position par rapport à la surface du sol nous pouvons distingues les réservoirs : • Enterrés ; • Posé sur sol ; • Semi-enterrés ; • Surélevés.

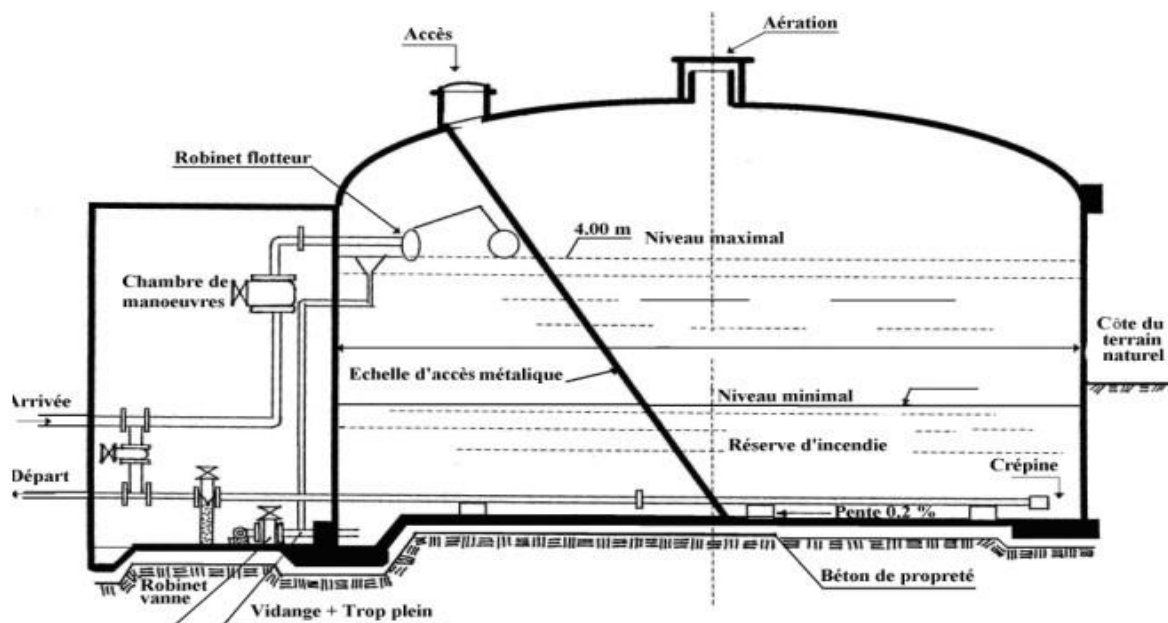


Figure. III.2. Réservoir Semi-Enterré Cylindrique.

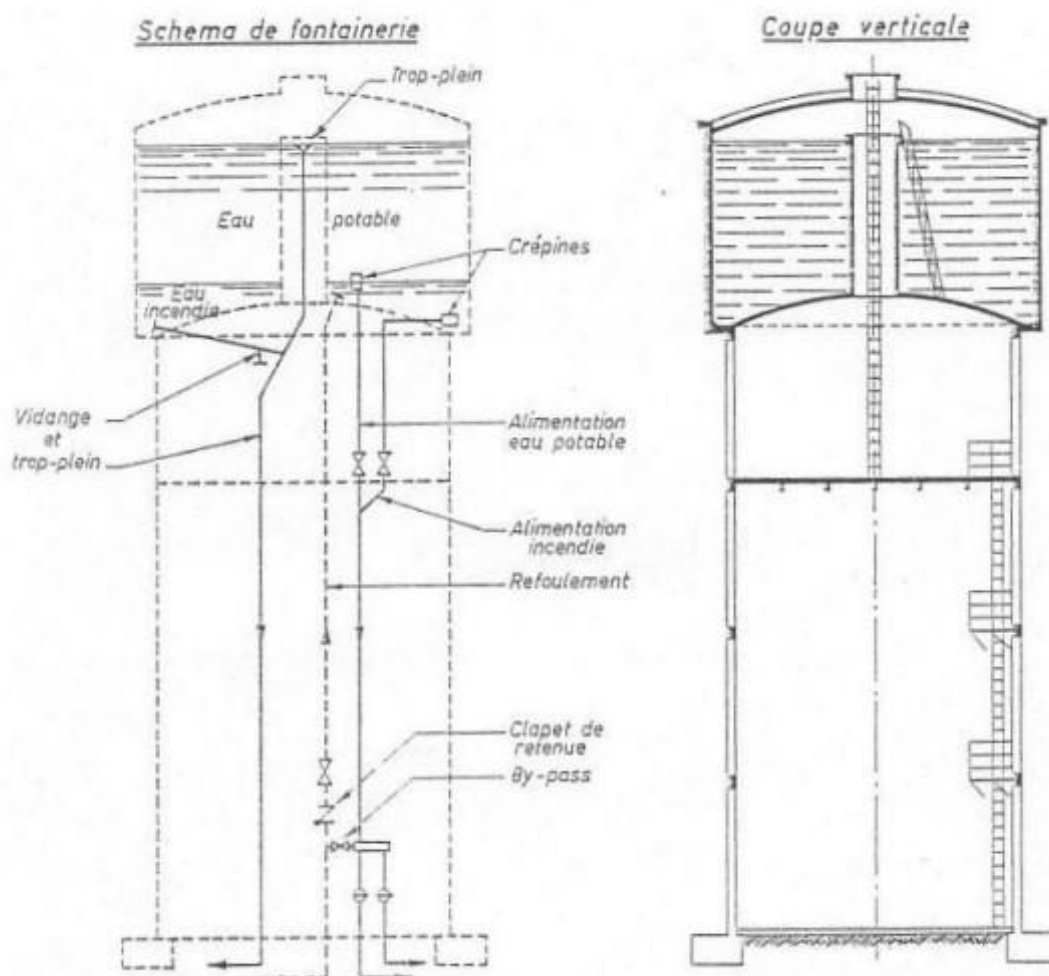


Figure. III.3. Réservoir Surélevé.

III.4.3. Classification Selon La Forme Géométrique :

Généalement on peut trouver dans la pratique deux formes usuelles des réservoirs :

- Circulaires ;
- Rectangulaires ;
- De forme quelconque (sphérique, conique...).

III.4.4. Classification Selon L'utilisation :

Vu les différentes utilisations des réservoirs, on peut les classer en :

- Réservoir principal d'accumulation et stockage ;
- Réservoir d'équilibre (réservoir tampon) ;
- Réservoir de traitement.

III.5. Equipements Des Réservoirs

III.5.1. Equipements Hydrauliques Des Réservoirs

III.5.1.1. Conduite D'adduction Ou D'arrivée

L'arrivée de l'eau dans un réservoir peut être placée soit à son fond soit à la partie supérieure ou même déversée au-dessus de la surface libre dans celui-ci. La conduite est munie d'un flotteur à son arrivée, afin d'arrêter la pompe dans le cas de l'adduction par refoulement, où il ferme le robinet dans le cas l'adduction gravitaire.

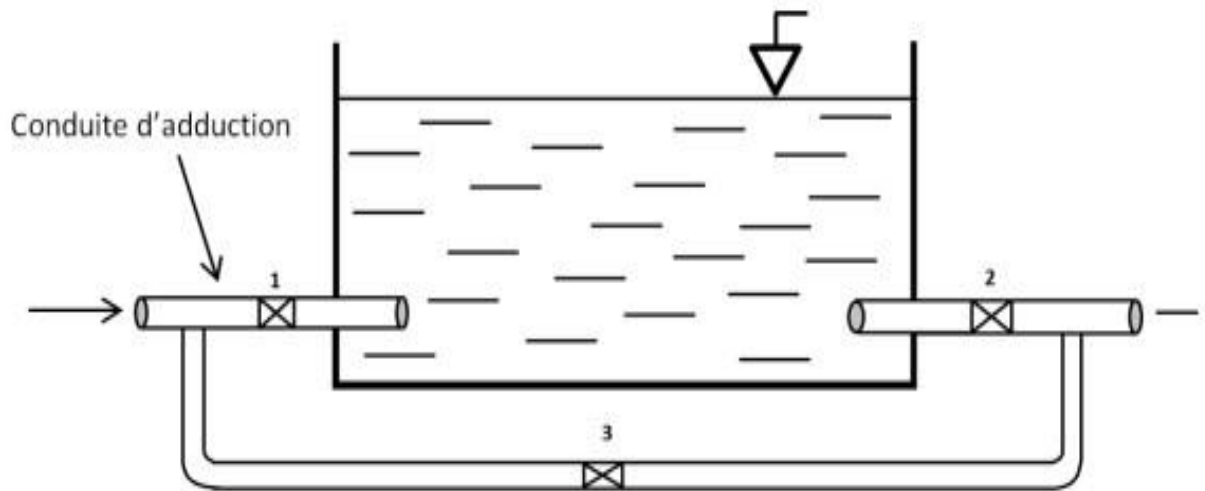


Figure. III.4. Conduite D'adduction.

•Par le haut :

Soit avec chute libre ou en plongeant la conduite de façon à ce que son extrémité soit toujours noyée. Le premier cas provoque une oxygénation de l'eau mais il libère facilement le gaz carbonique dissous et par suite il favorise l'entartrage du réservoir et des conduites.

•Par le bas :

Soit par le bas à travers les parois du réservoir soit par le fond à travers le radier [4].

III.5.1.2. Conduite De Distribution Ou De Départ

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.15 ou 0.20 m au-dessus du radier et cela pour éviter l'introduction dans la distribution des boues ou des sables décantés. La conduite de distribution doit être munie à son origine d'une crépine afin d'éviter la pénétration des dépôts

dans la conduite. Pour éviter la pénétration d'air en cas d'abaissement maximal du plan d'eau, nous réservons un minimum de 0.5 m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite. Pour pouvoir isoler le réservoir en cas d'accident, un robinet vanne est installé sur le départ de la conduite.

La conduite de distribution est représentée dans la figure (II.4) ci-après :

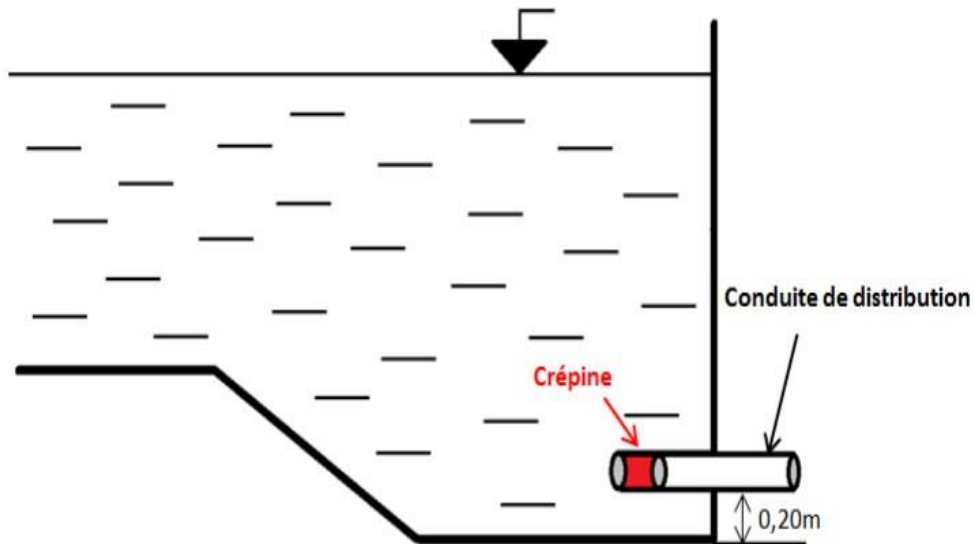


Figure. III.5. Conduite De Distribution.

III.5.1.3. Conduite De Trop-Plein :

C'est une conduite qui assure l'évacuation du débit d'adduction excédentaire lors de l'atteinte d'un niveau maximal dans le réservoir. Cette conduite ne doit pas comporter de robinet sur son parcours et son extrémité doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains cors nocifs dans la cuve.

Le schéma de la conduite de trop-plein est représenté dans la figure (II.5) suivante :

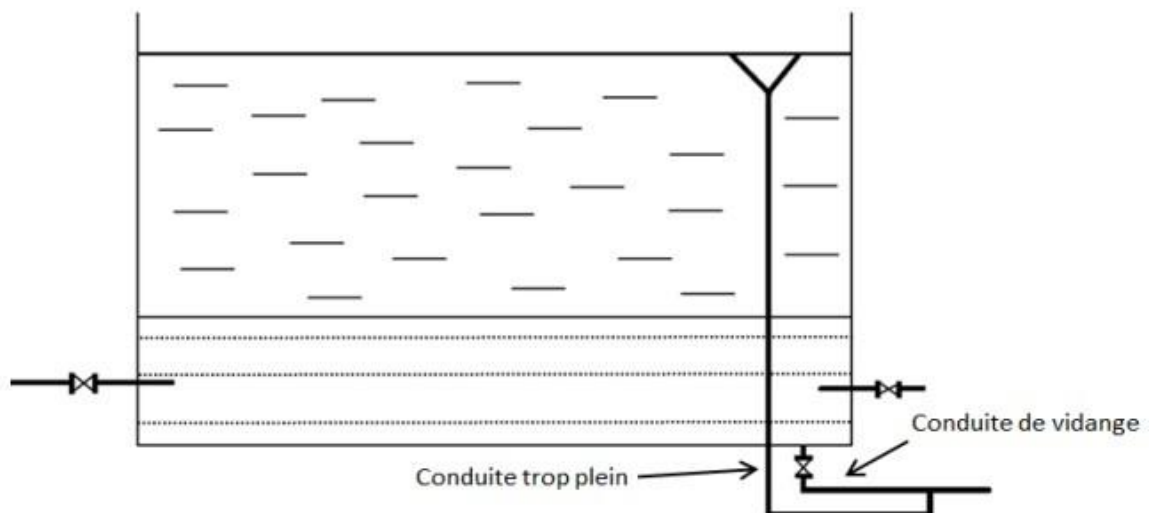


Figure. III.6. Conduite De Trop-Plein.

III.5.1.4. Conduite De Vidange

Cette conduite se trouve au plus bas point du réservoir. Elle permet la vidange du réservoir pour son nettoyage ou sa réparation. A cet effet, le radier du réservoir est réglé en pente vers son origine. Elle est raccordée à la conduite de trop-plein, et comporte un robinet vanne avant le raccordement sur cette dernière [4].

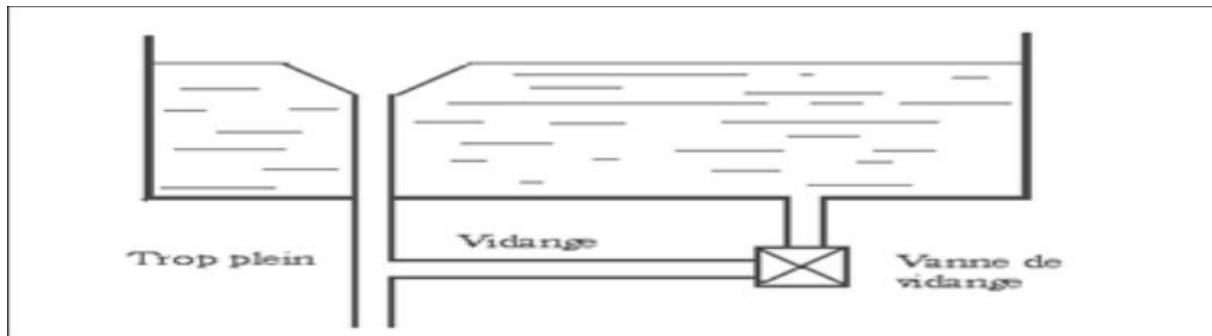


Figure. III.7. Schéma Trop- Plein Et Vidange.

III.5.1.5. Conduite By-Pass

C'est un tronçon de conduite qui assure la continuité de la distribution en cas des travaux de maintenance ou dans le cas de vidange de la cuve. Il relie la conduite d'adduction avec celle de distribution [4].

La communication entre ces deux conduites en marche normale :

- Les vannes (1) et (2) sont ouvertes, et la vanne (3) est fermée ;
- En by-pass, on ferme (1) et (2) et on ouvre (3).

Le schéma de la conduite by-pass est représenté dans la figure (II.6) suivante :

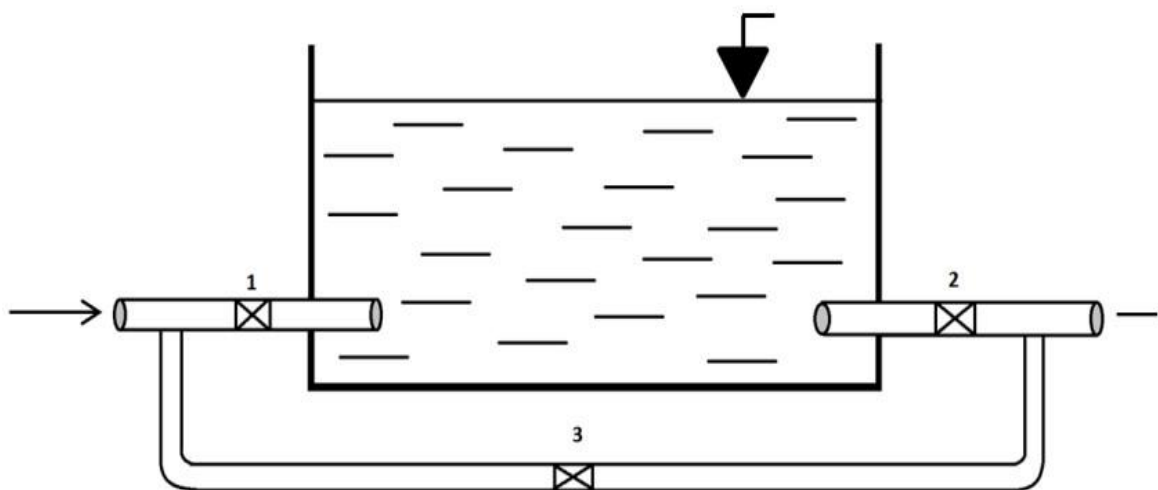


Figure. III.8. Conduite De By-Pass.

III.5.1.6. Matérialisation De La Réserve D'incendie

La réserve d'incendie doit être toujours disponible afin de répondre aux besoins urgents dus aux éventuels sinistres (incendies).

Pour éviter que la réserve d'incendie puisse passer dans la distribution nous adopterons un dispositif qui est schématisé dans la figure (II.7) et qui fonctionne de la manière suivante :

- En service normal, la vanne (1) est ouverte, le siphon se désamorce dès que le niveau de la réserve d'incendie est atteint et ce grâce à l'évent ouvert à l'air libre ; ainsi l'eau se trouvant au voisinage du fond est constamment renouvelé.
- En cas d'incendie, on ouvre la vanne (2) pour pouvoir exploiter cette réserve, une vanne (3) supplémentaire est prévue pour permettre les répartitions sans vider le réservoir. Le schéma de la matérialisation de la réserve d'incendie est présenté dans la figure (II.7) :

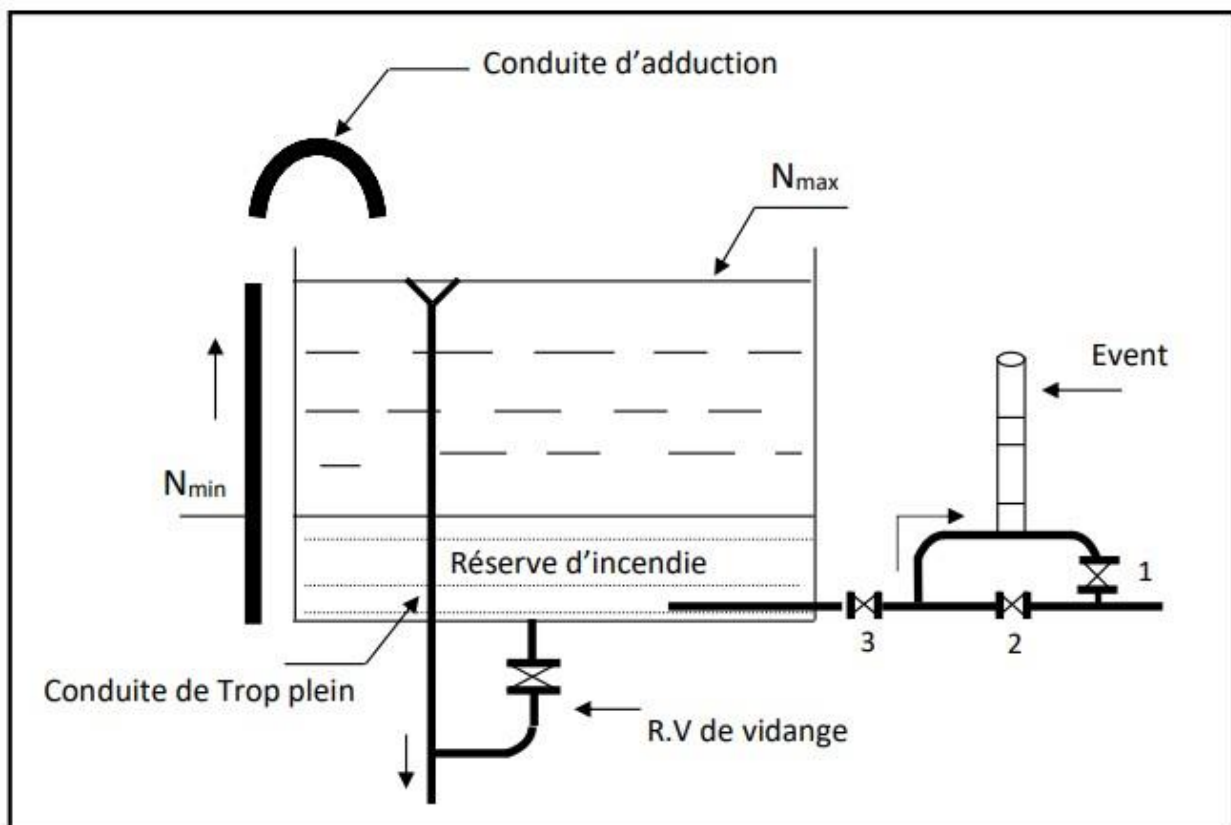


Figure. III.9. Matérialisation De La Réserve D'incendie.

III.5.2. Equipement De Nettoyage :

- Trappes de visite pour le personnel et le matériel.
- Equipements spéciaux pour le nettoyage.

- Pompes d'alimentation en eau.

III.6. Vérification De l'état Du Réservoir Existant

En principe le centre de l'hichia est alimenté à partir de réservoir **300 m³**, duquel l'état technique et physique sont considéré comme étant dégradé, vue la date de sa mise en service à savoir juin 1992 (le réservoir connaît d'importants fissures, et est donc obsolète).

D'où le besoin de concevoir un nouvel ouvrage de stockage qui satisferait les besoins en eau précédemment estimés.

Les régions de **Boularyache, Barale** et **Galliane** dispose d'aucun ouvrage de stockage[9]

III.7. Détermination De La Capacité Des Réservoirs

Le calcul du volume du réservoir se fait à partir du débit entrant et du débit sortant pour les différentes heures de la journée.

La détermination de cette capacité, tient compte de la répartition journalière maximale du débit consommé caractérisé par le coefficient horaire.

La détermination analytique de la capacité du réservoir d'alimentation exige deux régimes distincts :

- Le régime de consommation de notre agglomération.
- Le régime d'apport d'eau à partir de la source vers le réservoir.

En conséquence, la capacité sera déduite à partir des résidus entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure pendant 24 heures. La valeur maximale trouvée **P% max** sera le pourcentage du volume de stockage suivant la formule suivante :

$$P \text{ max } \% = |R^{+max}| + |R^{-max}|$$

Avec :

- **R⁺ max:** Résidu maximal positif (%) ;
- **R⁻ max:** Résidu minimal négatif (%) ;
- **Pmax:** Résidu maximal dans le réservoir.

Le volume de stockage du réservoir est déterminé par la formule suivante :

$$V_{max} = \frac{(P_{max\%} \times Q_{max.j})}{100}$$

Avec

- V_{max} : Volume maximale de stockage du réservoir (m^3) ;
- $P_{max\%}$: Résidu maximal dans le réservoir ;
- $Q_{max.j}$: Débit maximal journalier (m^3/h).

III.7.1 Volume Total Du Réservoir

Le volume total du réservoir se calcul en tenant compte de la réserve d'incendie qui est prise égale à $120 m^3$. Le volume total est donné par la formule suivante :

$$V_T = V_{max} + V_{incendie}$$

Avec :

- V_T : Volume total du réservoir (m^3) ;
- V_{max} : Volume maximale de stockage du réservoir (m^3) ;
- $V_{incendie}$: Volume de la réserve d'incendie = $120 m^3$.

III.7.2 Calcul De La Capacité Du Réservoir L'hchichia

Tableau III-1. Dimensionnement Du Réservoir L'hchichia.

Heure	Apport %	Sortie %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
0-1	4.16	0,85	3.31	-	3.31
1-2	4.16	0,85	3.31	-	6.62
2-3	4.16	0,85	3.31	-	9.93
3-4	4.16	1	3.16	-	13.09
4-5	4.16	2,7	1.46	-	14.55
5-6	4.16	4,7	-	-0.54	14.01
6-7	4.16	5,35	-	-1.19	12.82
7-8	4.16	5,85	-	-1.69	11.13
8-9	4.17	4,5	-	-0.31	10.82
9-10	4.17	4,2	-	-0.03	10.79
10-11	4.17	5,5	-	-1.33	9.46
11-12	4.17	7,5	-	-3.33	6.13
12-13	4.17	7,9	-	-3.73	2.4
13-14	4.17	6,35	-	-2.18	0.22
14-15	4.17	5,2	-	-1.03	-0.81
15-16	4.17	4,8	-	-0.63	-1.44
16-17	4.17	4	0.17	-	-1.27
17-18	4.17	4,5	-	-0.31	-1.58
18-19	4.17	6,2	-	-2.03	-3.61
19-20	4.17	5,7	-	-1.53	-5.14
20-21	4.17	5,5	-	-1.33	-6.47
21-22	4.17	3	1.17	-	-5.3
22-23	4.17	2	2.17	-	-3.13
23-24	4.17	1	3.17	-	0.04

Total	100	-	-	-	-
--------------	------------	---	---	---	---

D'après le tableau ci-dessous :

$$P_{(\%)} = | - 6.47 | + | + 14.55 | = 21.02 \%$$

$$V_{max} = = 21.02 \times (8824.716/100) = 1854.95 \text{ m}^3$$

$$V_T = 1854.95 + 120 = 1974.95 \text{ m}^3$$

- ❖ Donc La capacité du réservoir projeté **L'hchichia** est de (**2*2000 m³**) qui sera implanté près de l'ancien réservoir du 300 m³ dégradé.

III.7.3 Calcul De La Capacité Du Réservoir Barale

Tableau III-2. Dimensionnement Du Réservoir Barale.

Heure	Apport %	Sortie %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
0-1	4.16	0,6	3.567	-	+3.567
1-2	4.16	0,6	3.567	-	+7.134
2-3	4.16	1.2	2.967	-	+10.100
3-4	4.16	2	2.167	-	+12.267
4-5	4.16	3.5	0.667	-	+12.934
5-6	4.16	3.5	0.667	-	+13.600
6-7	4.16	4.5	-	0.333	+13.266
7-8	4.16	10.2	-	6.033	+7.233
8-9	4.17	8.8	-	4.633	+2.600
9-10	4.17	6.5	-	2.333	+0.266
10-11	4.17	4.1	0.067	-	+0.333
11-12	4.17	4.1	0.067	-	+0.400
12-13	4.17	3.5	0.667	-	+1.067
13-14	4.17	3.5	0.667	-	+1.734
14-15	4.17	4.7	-	0.533	+1.200
15-16	4.17	6.2	-	2.033	-0.833
16-17	4.17	10.4	-	6.233	-7.066
17-18	4.17	9.4	-	5.233	-12.300
18-19	4.17	7.3	-	3.133	-15.433
19-20	4.17	1.6	2.567	-	-12.867
20-21	4.17	1.6	2.567	-	-10.301
21-22	4.17	1	3.167	-	-7.134
22-23	4.17	0.6	3.567	-	-3.567
23-24	4.17	0.6	3.567	-	0
Total	100	-	-	-	-

D'après le tableau ci-dessous :

$$P_{(\%)} = |-15.433| + |+13.600| = 29.033 \%$$

$$V_{max} = 29.033 \times (175,147/100) = 50.85 \text{ m}^3$$

$$V_T = 50.85 + 120 = 170.85 \text{ m}^3$$

❖ Donc La capacité du réservoir projeté **Barale** est de **(200 m³)**

III.7.4 Calcul De La Capacité Du Réservoir Boularyache :

Tableau III-3. Dimensionnement Du Réservoir Boularyache.

Heure	Apport %	Sortie %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
0-1	4.167	0.75	3.417	-	+3.417
1-2	4.167	0.75	3.417	-	+6.834
2-3	4.167	1	3.167	-	+10.000
3-4	4.167	1	3.167	-	+13.167
4-5	4.167	3	1.167	-	+14.334
5-6	4.167	5.5	-	1.333	+13.000
6-7	4.167	5.5	-	1.333	+11.668
7-8	4.167	5.5	-	1.333	+10.335
8-9	4.167	3.5	0.667	-	+11.002
9-10	4.167	3.5	0.667	-	+11.668
10-11	4.167	6	-	1.833	+9.835
11-12	4.167	8.5	-	4.333	+5.500
12-13	4.167	8,5	-	4.333	+1.167
13-14	4.167	6	-	1.833	-0.666
14-15	4.167	5	-	0.833	-1.449
15-16	4.167	5	-	0.833	-2.332
16-17	4.167	3.5	0.667	-	-1.665
17-18	4.167	3.5	0.667	-	-0.999
18-19	4.167	6	-	1.833	-2.833
19-20	4.167	6	-	1.833	-4.668
20-21	4.167	6	-	1.833	-6.501
21-22	4.167	3	1.167	-	-5.334
22-23	4.167	2	2.167	-	-3.167
23-24	4.167	1	3.167	-	0
Total	100	-	-	-	-

D'après le tableau ci-dessous :

$$P_{(\%)} = | - 6.501 | + | + 14.334 | = 20.835 \%$$

$$V_{max} = 20.835 \times (109,582/100) = 20.83 \text{ m}^3$$

$$V_T = 20.83 + 120 = 142.83 \text{ m}^3$$

❖ Donc La capacité du réservoir projeté **Boularyache** est de **(150 m³)**

III.7.5 Calcul De La Capacité Du Réservoir Gallia :

Tableau III-4. Dimensionnement Du Réservoir Gallia.

Heure	Apport %	Sortie %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
0-1	4.167	0.75	3.417	-	+3.417
1-2	4.167	0.75	3.417	-	+6.834
2-3	4.167	1	3.167	-	+10.000
3-4	4.167	1	3.167	-	+13.167
4-5	4.167	3	1.167	-	+14.334
5-6	4.167	5.5	-	1.333	+13.000
6-7	4.167	5.5	-	1.333	+11.668
7-8	4.167	5.5	-	1.333	+10.335
8-9	4.167	3.5	0.667	-	+11.002
9-10	4.167	3.5	0.667	-	+11.668
10-11	4.167	6	-	1.833	+9.835
11-12	4.167	8.5	-	4.333	+5.500
12-13	4.167	8,5	-	4.333	+1.167
13-14	4.167	6	-	1.833	-0.666
14-15	4.167	5	-	0.833	-1.449
15-16	4.167	5	-	0.833	-2.332
16-17	4.167	3.5	0.667	-	-1.665
17-18	4.167	3.5	0.667	-	-0.999
18-19	4.167	6	-	1.833	-2.833
19-20	4.167	6	-	1.833	-4.668
20-21	4.167	6	-	1.833	-6.501
21-22	4.167	3	1.167	-	-5.334
22-23	4.167	2	2.167	-	-3.167
23-24	4.167	1	3.167	-	0
Total	100	-	-	-	-

D'après le tableau ci-dessous :

$$P_{(\%)} = |-6.501| + |+14.334| = 20.835 \%$$

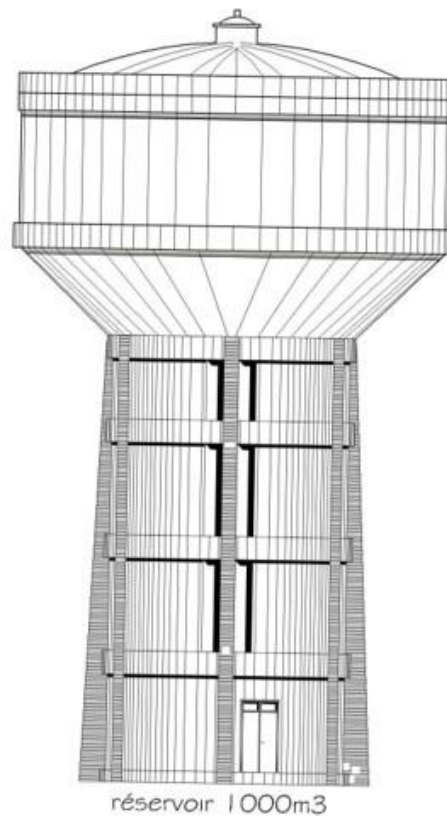
$$V_{max} = 20.835 \times (151,305/100) = 31.52 \text{ m}^3$$

$$V_T = 31.52 + 120 = 151.52 \text{ m}^3$$

❖ Donc La capacité du réservoir projeté **Gallia** est de **(150 m³)**

Région	Consommation maximale journalière (l/s)	Consommation maximale journalière (m ³ /j)	Capacité de stockage (m ³)	
L'hchichia	102,138	8824,716	1974.95	2000
Barale	2,027	175,147	170.85	200
Boularyache	1,268	109,582	142.83	150
Gallia	1,751	151,305	151.52	150

Tableau III-5. Bilan de Stockage.



III.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vérifié la capacité et l'état de réservoir existant, nous avons conclu que le réservoir existant au niveau de **L'hchichia** ne correspond pas au termes et critères de notre étude et est donc considéré comme étant dégradé , pour cela on a envisagé -selon notre calcul- de projeter 4 réservoirs surélevés d'une capacité de **2*1000 m³** pour la région de **L'hchichia** , et **150 m³**, **200 m³** et **150 m³** pour **Boularyache, Barale et Gallia** respectivement , afin de couvrir les besoins en eau à l'horizon 2052.

Dans le chapitre suivant nous allons traiter le dimensionnement de la conduite d'adduction vers les nouveaux réservoirs

CHAPITRE IV :

Adduction

IV.1. Introduction

L'adduction des eaux consiste à étudier les voies et les moyens, tant sur le plan technique et économique, en vue d'acheminer les eaux de la zone de captage (forage, source, réservoir de stockage ou bien un barrage), soit vers leurs lieux d'accumulation, soit directement vers les zones de leurs consommations. L'objet de cette étude est parvenu à la mise en place d'un système d'adduction techniquement performant et économiquement peut couteux. [5]

IV.2. Types D'adduction

Les adductions peuvent être classées selon leurs charges :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte.

IV.2.1. Adduction Gravitaire

Le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle des réservoirs de desserte, c'est-à-dire sans pression, l'air étant présent dans les canalisations.

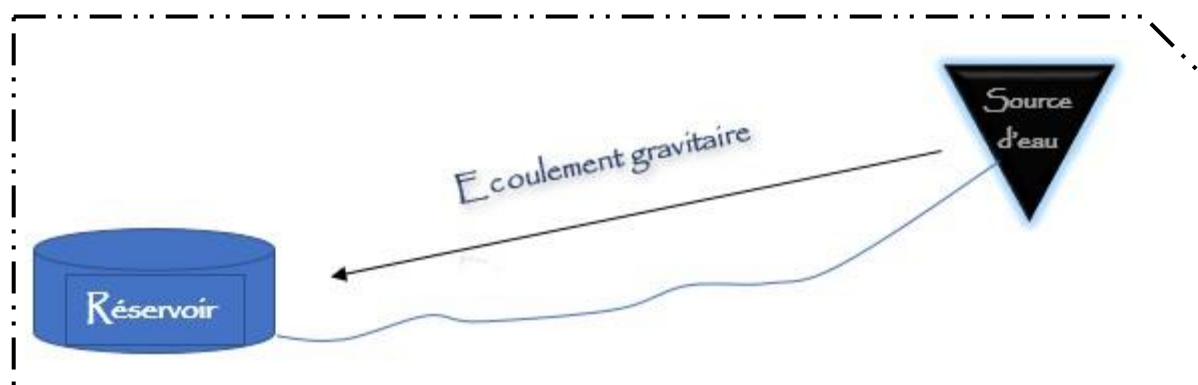


Figure. IV.1. Ecoulement gravitaire.

IV.2.2. Adduction Par Refoulement

Le point de captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation.

L'adduction est réalisée en charge c'est-à-dire dans les conduites sous pression, du moment que les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dans la conduite de refoulement.

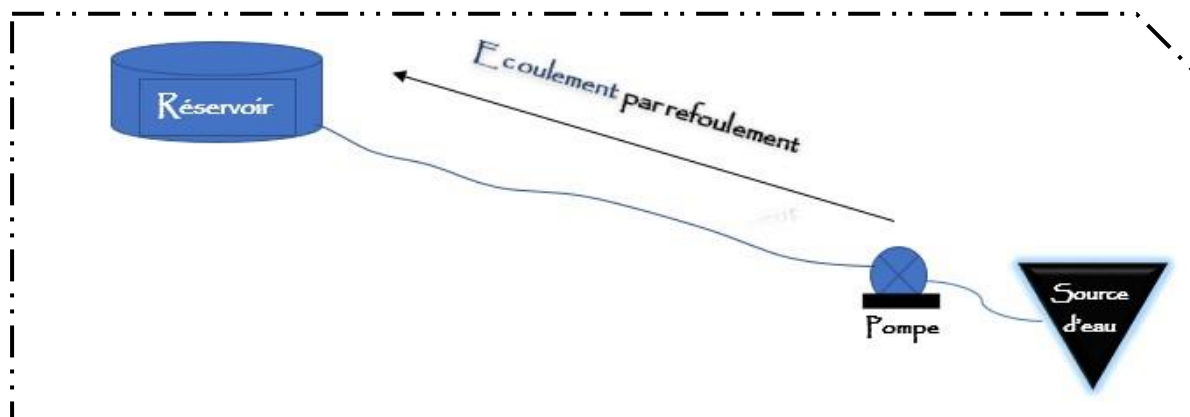


Figure. IV.2. Écoulement Par Refoulement.

IV.2.3. Adduction Mixte

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

IV.3. Le Choix Du Trace

Le tracé d'une conduite d'adduction doit être choisi d'une façon d'avoir une trajectoire directe de la conduite et répondre aussi à certaines exigences d'ordre technique et économique telle que :

- Le profil doit être le plus régulier et le plus court possible afin de réduire les frais d'investissement.
- Le profil sera étudié pour que l'air puisse être évacué facilement, car le cantonnement d'air engendre la rupture de la veine liquide.
- Pour les conduites de longueurs importantes (plusieurs kilomètres), il sera bon de prévoir quelques robinets de sectionnements en vue de faciliter les réparations éventuelles.
- Les contre pentes qui peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus au moins difficiles à évacuer, sont à éviter.
- Il y a lieu de concevoir un tracé en plan, avec des courbes largement ouvertes afin d'éviter les butées importantes.

A cet effet, le parcours emprunté ne suivra pas facilement les accotements de la route.

On préfère souvent de le concevoir le long des routes et les pistes pour faciliter la pose des conduites et son exploitation c'est-à-dire :

- Faciliter l'accès pour l'entretien et les réparations ;
- Faciliter la détection des fuites et les vannes défectueuses.[5]

IV.4. Choix Du Type Des Conduites

Le marché du matériel hydraulique a évolué avec l'évolution des récentes technologies spécialisées dans le domaine. De ce fait, une conduite est constituée par des tuyaux assemblés les uns aux autres, on dispose de différents types de conduites. Selon le matériau constitutif, on distingue :

- Conduite en acier ;
- Conduite en fonte ;
- Conduite en PVC (chlorure de polyvinyle) ;
- Conduite en PEHD (polyéthylène haute densité).

Le choix du matériau conduit enterrées pour le transport du fluide dépend aussi bien de leur faisabilité technique qu'économique. Sur le plan technique cette faisabilité dépend de plusieurs exigences telle que :

- Résistance aux attaques chimiques, aux pressions et à la résistance des charges mobiles ;
- Adaptation aux terrains de pose ;
- Bonne étanchéité ;
- Facilité d'entretien et mise en service.

Sur le plan économique cette faisabilité dépend essentiellement :

- Du prix de la fourniture et du transport ;
- De leur disponibilité sur le marché local. [5]

Dans le cas de notre projet, on a opté pour des conduites en PEHD, vu les avantages qu'elles présentent :



Figure. IV.3. Conduite en PEHD (polyéthylène haute densité).

❖ **Avantage PEHD :**

- Facilité de transport et d'installation due à leur légèreté et leur flexibilité.
- Facilité de soudage par électrocuton ou bout à bout.
- Résistance à la corrosion interne et externe et microbiologique.
- Bonne propriété hydraulique.
- Bonne résistance chimique.
- Longue durabilité.
- Répondre parfaitement aux normes de potabilité.
- Son élasticité lors du phénomène transitoire.
- Cout faible du PEHD.

IV.5. Equipement Hydrauliques Des Conduites D'adduction

IV.5.1. Les Vannes De Sectionnement :

Elles sont utilisées pour isoler un ou plusieurs tronçons de l'adduction pour l'entretien ou la réparation, elles permettent aussi la vidange partielle d'un tronçon.

On constate deux types de ces vannes :



Figure. IV.4. Vannes De Sectionnement.

Les robinets à boisseau : comporte un corps contenant une clé évidée, cylindrique, tronconique ou sphérique, ajustée dans un corps. L'obturation est obtenue par une rotation de la clé 90°.

Les robinets à soupape : leur obturation est réalisée par une soupape solidaire d'une vis de commande. La rotation de la vis a pour effet d'appliquer ou non la soupape sur son siège.

IV.5.2. Les Ventouses :

Pour évacuer éventuellement l'air entraîné par l'eau, qui s'accumulerait aux points hauts des conduites du réseau, sans perte initiale d'eau. On peut voir deux types de ventouses :



Figure. IV.5. Les Ventouses.

Les ventouses manuelles : sont constituées d'une prise verticale montée sur la génératrice supérieure d'un tuyau et d'un robinet à commande manuelle.

Les ventouses automatiques : comportent un flotteur sphérique logé dans un corps en fonte mis à l'atmosphère par un orifice placé à la partie supérieure de couvercle.

IV.5.3 Les Robinets De Décharge (Vidange) :

Une décharge n'est autre qu'un robinet disposé aux points bas du trac, en vue de la vidange de la conduite. Cette évacuation s'effectue à l'égout voisin ou, si le point bas se trouve hors de la ville dans la fosse de la route. Ce robinet, comme toute pièce de ce genre sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie. Cet appareil doit toujours être facilement accessible.

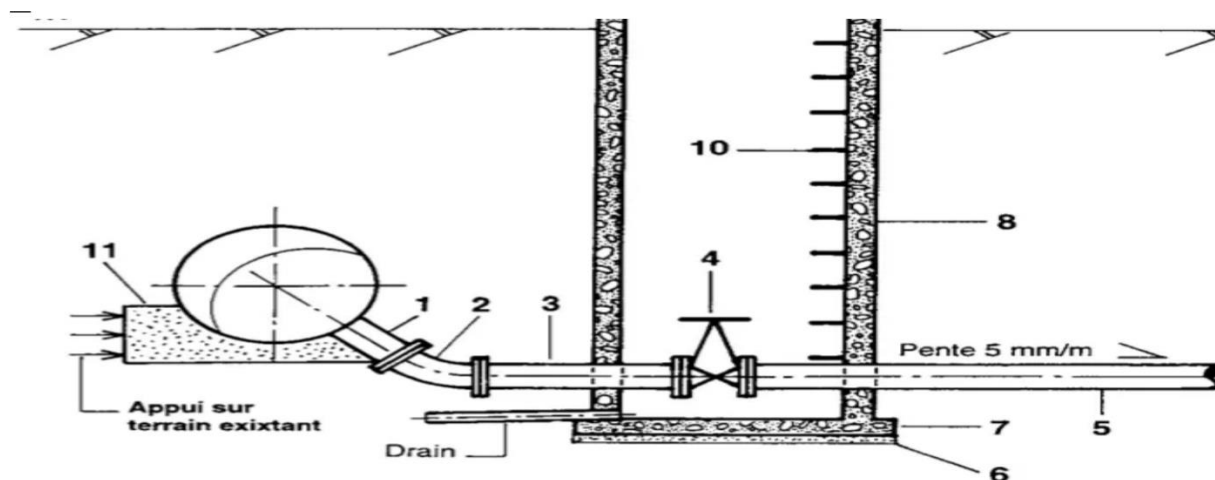


Figure. IV.6. Les Robinets De Décharge.

IV.5.4. Les Clapets :

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

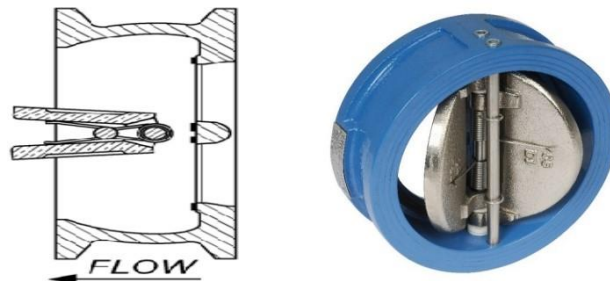


Figure. IV.7. Les Clapets.

Les clapets les plus utilisés sont ceux dites des soupapes de retenue à tuyère ou la fermeture est accélérée par un ressort et non provoquée par le retour de l'eau comme dans le clapet abattant, il en résulte une fermeture rapide et sans choc, donc la protection du matériel. Il existe aussi des clapets en caoutchouc qui sont particulièrement silencieux.

IV.5.5. Les Crépines :

Ce sont des appareils en forme de panier, en trous et placés à l'extrémité des canalisations d'aspiration, pour empêcher l'introduction de corps étrangers dans celles-ci.



Figure. IV.8. Crépine.

IV.6. Etude Technico-Economique Des Conduites

Le choix du diamètre de la conduite de refoulement résulte d'un compromis entre les dépenses de fonctionnement et les dépenses d'investissement, l'optimum sera donc de choisir le diamètre qui donne le prix de revient minimal de l'ensemble de l'installation en exploitation. Cependant la vitesse d'écoulement doit être comprise entre 0.5 et 1.5 m/s.

Les paramètres qui interviennent dans cette étude sont :

- Le débit.
- Le diamètre.
- La vitesse.
- Les pertes de charge.

IV.6.1. Calcul Des Diamètres Economiques :

Pratiquement, pour faire un bon choix de diamètre optimal on doit trouver une gamme des diamètres correspondante à une vitesse d'écoulement comprise entre 0,5 m/s et 1,5 m/s mais dans certain cas la vitesse peut aller jusqu'à 2m/s,

Pour un écoulement gravitaire :

$$D_{min} = \sqrt{4 \times Q / \pi \times V_{max}}$$

$$D_{max} = \sqrt{4 \times Q / \pi \times V_{min}}$$

Pour un écoulement par refoulement :

La formule de **BONNIN** : $D = \sqrt{Q}$

La formule de **BRESS** : $D = 1.5 \sqrt{Q}$

Avec :

- **D** : Diamètre de la conduite (m) ;
- **Q** : Débit véhiculé en (m³ /s).

IV.6.2. Calcul De La Vitesse

Elle est donnée par la formule suivante :

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Avec :

- **V** : vitesse d'écoulement en (m/s) ;
- **Q** : débit transitant dans la conduite en (m³ /s) ;
- **D** : diamètre de la conduite en (m).

IV.6.3. Calcul Des Pertes De Charge :

Elles se présentent sous deux formes :

- Les pertes de charge linéaires ;
- Les pertes de charge singulières.

IV.6.3.1. Pertes De Charge Linéaires :

Elles sont déterminées par la formule de *DARCY- WEISBBACH* :

$$HL = \lambda \times L \times \frac{V^2}{2 \times g \times D}$$

Avec :

- **HL** : perte de charge linéaire (m/ml) ;
- **L** : longueur de la conduite (ml) ;
- **λ**: coefficient de frottement de DARCY.

Pour un régime turbulent rugueux

Formule de NIKURADZI :

$$\lambda = \left\{ 1.14 - 0.86 \ln \left(\frac{K}{D} \right) \right\}^2$$

Pour le régime transitoire

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{K}{3.71D} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right]$$

- **Re** : Nombre de Reynolds qui est donné par la formule :

$$Re = V \times D / \nu$$

Avec :

- **ν** : Viscosité cinématique, calculée par la formule de STOCKS :

$$\nu = \frac{0.0178}{(1 + 0.0337 \times t + 0.000221 \times t^2)}$$

Pour : $t = 20^\circ\text{C}$, $\nu = 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$

- **K** : Rugosité absolue, elle représente la hauteur moyenne des aspérités de la surface es parois en contact avec l'eau

Pour le PEHD :

$$\mathbf{K = 0.01 \text{ si } D \leq 200 \text{ mm,}}$$

$$\mathbf{K = 0.02 \text{ si } D > 200 \text{ mm.}}$$

IV.6.3.2. Pertes De Charge Singulières :

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, les vannes, les clapets...etc. Elles sont estimées à :

- 10% des pertes de charge linéaires pour le PEHD :

$$\mathbf{HS = 0.1 \times HL}$$

IV.6.3.3. Pertes De Charge Totales

Elles représentent la somme des pertes de charge linéaires et singulières pour chaque conduite de longueur L, donc on aura :

Pour le PEHD :

$$\mathbf{Ht = 1.10 \times HL = 1.1 \times J \times L}$$

IV.6.3.4. Détermination De La Puissance Absorbée Par La Pompe :

C'est la puissance mécanique absorbée au niveau de l'arbre de la pompe, elle est déterminée d'après la formule suivante :

$$\mathbf{Pa = 9.81 \times Q \times HMT / \eta}$$

Avec :

- **Pa** : Puissance absorbée par la pompe (KW) ;
- **η** : Rendement de la pompe (%) ;
- **HMT** : Hauteur manométrique de la pompe (m).
-

IV.6.4. Détermination De La Hauteur Manométrique :

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.

$$\mathbf{HMT = Hg + Ht}$$

IV.6.5. Energie Consommée Par La Pompe :

Elle est fixée par la formule suivante :

$$E = P \times T_p \times 365$$

Avec :

- **T_p** : Nombre d'heures de pompage (24 h pour la station pompage) ;
- **P** : Puissance de pompage.

IV.6.6. Détermination Des Frais D'exploitation

$$F_{exp} = E \times e$$

Avec :

- **E** : Energie consommée par la pompe (KWh) ;
- **e** : Prix unitaire du KWh, fixé par la SONELGAZ (5.48).

IV.6.7. Détermination Des Frais D'amortissement :

Les frais d'amortissement seront calculés à partir de la formule suivante :

$$F_{am} = P_u \times L \times A$$

Avec :

- **P_u** : Prix unitaire de la conduite (DA/ml)
- **A** : L'Amortissement annuel (Annuité)
- **L** : longueur de la conduite (ml)

$$A = \frac{i}{(1+x)^n - 1} + i$$

Avec :

- **A** : L'Amortissement annuel (Annuité) ;
- **i** : Taux d'annuité = 8 % ;
- **n** : Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement (n =30ans).

D'où :

- **A** =0.0937

IV.6.8. Détermination Des Frais Totaux :

Les frais totaux seront calculés par la formule suivante :

$$F_{tot} = F_{am} + F_{exp}$$

IV.7. Description De La Nouvelle Chaîne D'adduction

L'analyse du système d'AEP de la nouvelle chaîne d'adduction du centre d **L'hchichia** montre qu'elle est alimentée à partir de la nouvelle source (Barrage El Maouane). L'eau sera transférée depuis le point de piquage sur la conduite de transfert vers un réservoir principal existant juste à côté, d'une capacité de 2000 m³. Ce dernier assure l'adduction vers les villages de notre zone d'étude.



Figure. IV.9. Réservoir 2000 m³ Mezloug.

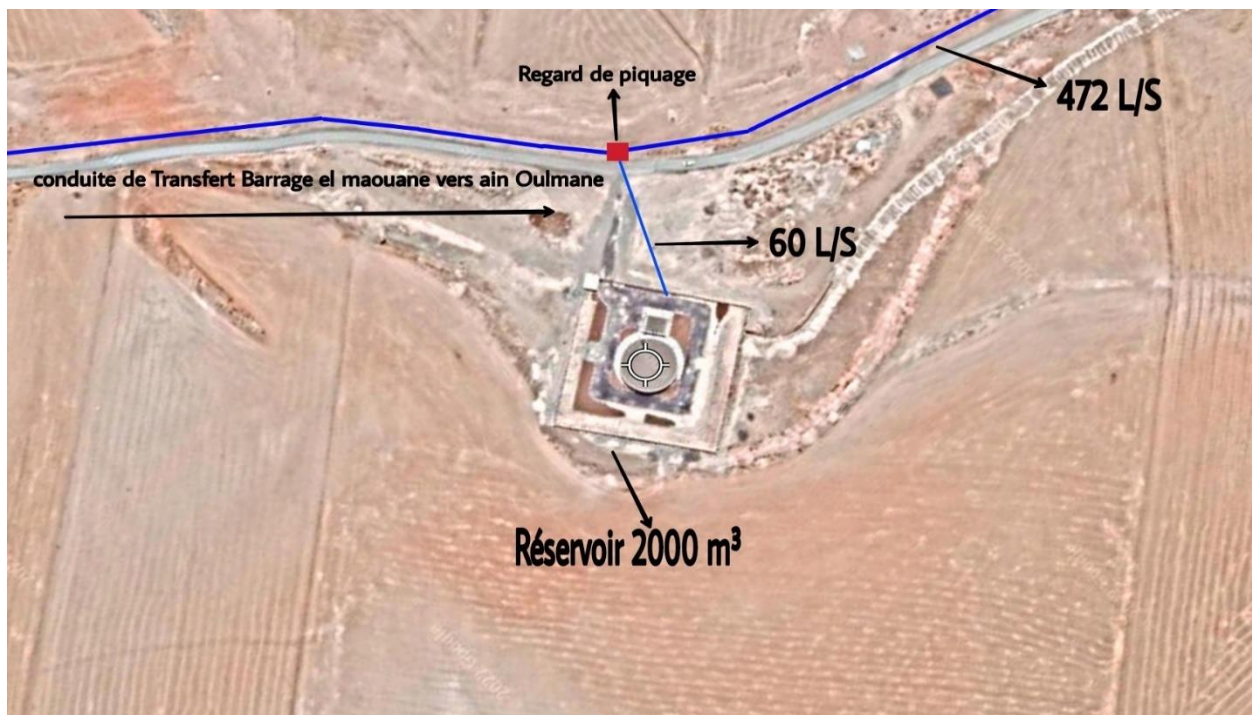


Figure. IV.10. L'emplacement de Réservoir 2000 m³ Mezloug.

IV.8. Calcul Des Diamètres Economiques Pour Les Différents Tronçons

- *Tronçon R2000m3 Mezloug vers R1 projeté :*

Ce tronçon est alimenté à partir du *réservoir 2000m3 Mezloug* (transfert barrage Maouane – Ain Oulmane) vers le *R1 L'hchichia (2*1000m³ projeté)* par adduction refoulé.

Le débit de dimensionnement de la conduite de refoulement vers le réservoir projeté de L'hchichia égale **Q= 45 l/s.**

Données :

- **Q** = 0.045 m³/s
- **L** = 5850 m
- **Hg** = 19 m
- **CTN(SP)** : cote du terrain naturel du Station de pompage = 1039 m
- **CTN(R)** : cote du terrain naturel du réservoir 1058 m

En utilisant les formules, on trouve :

$$- \mathbf{DBONNIN} = 0,212 \quad - \mathbf{DBRESS} = 0,318$$

Donc la fourchette des diamètres entre **Ø 315 mm et Ø 400 mm**

Calcul de la hauteur manométrique totale

Ø (m)	Re	V (m/s)	L	λ	PDC (m)	HMT (m)	Ø PN20B
0.2446	180278.13	0.958	5850	0.01762	24.65	43.65	315
0.3106	141970.48	0.594	5850	0.01820	7.71	26.71	400

Calcul des frais d'exploitation

\varnothing (m)	P_a (kw)	E (kwh)	e (da/kwh)	F_{exp} (da)
0.2446	25.6928	225069.288	4.67	1051073.57
0.3106	15.7222	137726.313	4.67	643181.882

Calcul des frais d'amortissement

\varnothing (m)	P_u (Da/ml)	L (m)	A	F_{am} (Da)
0.2446	13500.00	5850	0.089	7028775
0.3106	25000.00	5850	0.089	13016250

Calcul du bilan

\varnothing (m)	F_{exp} (Da)	F_{am} (Da)	$Bilan$ (Da)
0.2446	1051073.57	7028775	8079848.57
0.3106	643181.882	13016250	13659431.9

- ❖ D'après le bilan le diamètre économique est celui de $\varnothing 315$ mm, avec un bilan minimal de **8079848.57 DA** et une vitesse de **0.958 m/s**.

- **Tronçon Regard de piquage 1 vers R-Barale projeté :**

Ce tronçon est alimenté à partir d'un regard de piquage au niveau de conduite d'adduction (R2000m3-L'hchichia) vers la réservoir projeté 200m³ de l'agglomération visé à savoir **Barale** par adduction refoulé.

Données :

- $Q = 0.002027 \text{ m}^3/\text{s}$
- $L = 1000 \text{ m}$
- $H_g = 9 \text{ m}$
- **CTN(SP)** : cote du terrain naturel du pp1 = 1030 m
- **CTN(R)** : cote du terrain naturel du réservoir 1039 m

En utilisant les formules, on trouve :

$$- \mathbf{DBONNIN} = 0,045 \quad - \mathbf{DBRESS} = 0,0675$$

Donc la fourchette des diamètres entre $\mathbf{\varnothing 50 \text{ mm}}$, $\mathbf{\varnothing 63 \text{ mm}}$ et $\mathbf{\varnothing 75 \text{ mm}}$

$\varnothing \text{ (m)}$	Re	V (m/s)	L	λ	PDC (m)	HMT (m)	$\varnothing \text{ PN20B}$
0.0362	71330.54	1.97	1000	0.197	1184.77	1193.77	50
0.0458	56379.16	1.23	1000	0.166	307.39	316.39	63
0.0544	47466.28	0.87	1000	0.147	115.61	124.61	75

Calcul des frais d'exploitation

$\varnothing \text{ (m)}$	$P_a \text{ (kw)}$	$E \text{ (kwh)}$	$e \text{ (da/kwh)}$	$F_{exp} \text{ (da)}$
0.0362	31.65	231050.334	4.67	1079005.06
0.0458	8.39	61236.3089	4.67	285973.562
0.0544	3.30	24117.3185	4.67	112627.877

Calcul des frais d'amortissement

$\varnothing \text{ (m)}$	$P_u \text{ (Da/ml)}$	$L \text{ (m)}$	A	$F_{am} \text{ (Da)}$
---------------------------	-----------------------	-----------------	-----	-----------------------

0.0362	265.07	1000	0.089	23538.216
0.0458	423.18	1000	0.089	37578.384
0.0544	595	1000	0.089	52836

Calcul du bilan

\varnothing (m)	F_{exp} (Da)	F_{am} (Da)	$Bilan$ (Da)
0.0362	1079005.06	23538.216	1102543.276
0.0458	285973.562	37578.384	323551.946
0.0544	112627.877	52836	165463.877

- ❖ D'après le bilan le diamètre économique est celui de $\varnothing 75mm$, avec un bilan minimal de **165463.877 DA** et une vitesse de **0.87 m/s**.

- **Tronçon Regard de piquage 2 vers R- Boularyache projeté :**

Ce tronçon est alimenté à partir d'un regard de piquage au niveau de conduite d'adduction (**R2000m³-L'hchichia**) vers la réservoir projeté **150m³** de l'agglomération visé à savoir **Boularyache** par adduction refoulé.

Données :

- $Q = 0.001268m^3/s$
- $L = 250$ m
- $H_g = 5$ m
- **CTN(SP)** : cote du terrain naturel du pp2 = 1037 m
- **CTN(R)** : cote du terrain naturel du réservoir 1042 m

En utilisant les formules, on trouve :

– $D_{BONNIN} = 0,036$

– $D_{BRESS} = 0,053$

Donc la fourchette des diamètres entre $\varnothing 40 \text{ mm}$ - $\varnothing 50 \text{ mm}$ et $\varnothing 63 \text{ mm}$

\varnothing (m)	Re	V (m/s)	L	λ	PDC (m)	HMT (m)	\varnothing PN20B
0.0290	55699.54	1.92	250	0.235	420.01	425.01	40
0.0362	44621.17	1.23	250	0.197	115.96	120.96	50
0.0458	35268.27	0.78	250	0.165	30.095	35.095	63

Calcul des frais d'exploitation

\varnothing (m)	P_a (kw)	E (kwh)	e (da/kwh)	F_{exp} (da)
0.0290	7.05	51458.45	4.67	240310.95
0.0362	2.01	14645.43	4.67	68394.15
0.0458	0.58	4249.15	4.67	19843.52

Calcul des frais d'amortissement

\varnothing (m)	P_u (Da/ml)	L (m)	A	F_{am} (Da)
0.0290	171.15	250	0.089	3799.53

0.0362	265.07	250	0.089	5884.55
0.0458	423.18	250	0.089	9394.60

Calcul du bilan

\varnothing (m)	F_{exp} (Da)	F_{am} (Da)	$Bilan$ (Da)
0.0290	240310.95	3799.53	244110.48
0.0362	68394.15	5884.55	74278.71
0.0458	19843.52	9394.60	29238.12

- ❖ D'après le bilan le diamètre économique est celui de $\varnothing 63mm$, avec un bilan minimal de **4129238.12DA** et une vitesse de **0.78m/s**.

Tronçon Regard de piquage 3 vers R- Galia projeté :

Ce tronçon est alimenté à partir d'un regard de piquage au niveau de conduite d'adduction (**R2000m3-L'hchichia**) vers la réservoir projeté **150m³** de l'agglomération visé à savoir **Galia** par adduction refoulé.

Données :

- $Q = 0.001751 \text{ m}^3/\text{s}$
- $L = 350 \text{ m}$
- $H_g = 9 \text{ m}$
- **CTN(SP)** : cote du terrain naturel du pp3 = 1043 m
- **CTN(R)** : cote du terrain naturel du réservoir 1052 m

En utilisant les formules, on trouve :

– $D_{\text{BONNIN}} = 0,042$ – $D_{\text{BRESS}} = 0,063$

Donc la fourchette des diamètres entre $\varnothing 50 \text{ mm}$ $\varnothing 63 \text{ mm}$ et $\varnothing 75 \text{ mm}$

\varnothing (m)	Re	V (m/s)	L	λ	PDC (m)	HMT (m)	\varnothing PN20B
0.0382	58391.97	1.53	350	0.189	227.03	236.03	50
0.046	48490.72	1.054	350	0.165	78.33	87.33	63
0.0544	41003.18	0.75	350	0.147	30.20	39.20	75

Calcul des frais d'exploitation

\varnothing (m)	P_a (kw)	E (kwh)	e (da/kwh)	F_{exp} (da)
0.0382	5.41	39462.15	4.67	184288.25
0.046	2.00	14600.72	4.67	68185.38
0.0544	0.89	6554.39	4.67	30609.01

Calcul des frais d'amortissement

\varnothing (m)	P_u (Da/ml)	L (m)	A	F_{am} (Da)
0.0382	265.07	350	0.089	8238.37
0.046	423.18	350	0.089	13152.43
0.0544	595	350	0.089	18492.6

Calcul du bilan

\varnothing (m)	F_{exp} (Da)	F_{am} (Da)	Bilan (Da)

0.0382	184288.25	8238.37	192526.63
0.046	68185.38	13152.43	81337.82
0.0544	30609.01	18492.6	49101.61

- ❖ D'après le bilan le diamètre économique est celui de $\varnothing 75\text{mm}$, avec un bilan minimal de **49101.61DA** et une vitesse de **0.75m/s**.

IV.9. Conclusion

Le choix du diamètre a été imposé pour les paramètres suivants :

- **Technique** : suivant le débit la perte de charge raisonnable et bonne vitesse entre 0,5 et 1,5 m/s ;
- **Economique** : suivant le choix de pompage et l'amortissement.

D'après les tableaux précédents, on constate que le diamètre qui répond aux conditions techniques (vitesse et pertes de charges acceptables) est celui en **PEHD** de diamètre **DN [315] mm, PN [20] bars**.

Adduction par refoulement à partir une station de pompage projetée pour assurer l'alimentation en bon condition hydraulique pour **L'hchichia, Boularyache, Barale et Galia**

Il est constitué par :

- 5850 ml des Conduites en **PEHD** de diamètre **DN [315] mm, PN [20] bars**, et une vitesse de **0.958 m/s**.
- 1000 ml des Conduites en **PEHD** de diamètre **DN [75] mm, PN [20] bars**, et une vitesse de **0.87 m/s**.
- 250 ml des Conduites en **PEHD** de diamètre **DN [63] mm, PN [20] bars**, et une vitesse de **0.78 m/s**.
- 350 ml des Conduites en **PEHD** de diamètre **DN [75] mm, PN [20] bars**, et une vitesse de **0.75 m/s**.

- Projection d'une station de pompage pour assurer la pression minimale dans le réservoir projeté **L'hchichia**. L'emplacement de la station projeté au voisinage de réservoir existant 2000 m³.
- Traversé les routes RN28 CW140
- Traversé d'Oued Boussaleme
- Point de Piquage sur conduite vers **Barale**
- Point de Piquage sur conduite vers **Galia**.
- Point de Piquage sur conduite vers **Boularyache**.

CHAPITRE V :

Pompes

V.1. Introduction

Le refoulement des eaux se fait par une station de pompage (ou usine élévatoire), qui comporte principalement :

- La salle d'arrivée d'eau
- La salle des commandes
- La salle des machines

Chaque groupe élévatoire est constitué d'un 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 :

- Energie sous forme **potentielle** : vis d'Archimède (utilisé dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration)
- Energie sous forme de **pression** : pompes volumétriques ou à piston
- Energie sous forme de **vitesse** : pompes axiales et centrifuge (appelé aussi turbopompes). Elles sont les plus utilisées. [5]

V.2. Choix Des Pompes

Le choix des pompes à installer se portera sur les critères suivants :

- Le débit à refouler,
- La hauteur d'élévation d'eau (HMT)
- Le temps mis par la pompe pour élever un certain volume d'eau,
- Le rendement de la pompe qui doit être acceptable d'une façon à avoir un coup minimum d'un mètre cube d'eau à élever.

Pour notre cas on adaptera une pompe immergée vu les avantages qu'il présente, à savoir :

- Fiabilité, • Amorçage automatique,
- Rendement élevé • Absence de bruit.[5]

V.3. Définition D'une Pompe Immergée

Une pompe immergée est une pompe spéciale, que l'on plonge entièrement dans le fluide à pomper. La pompe immergée se trouve sous le niveau de liquide, ce dernier peut être pompé à hauteur souhaitée, en fonction de la pression et de la puissance de l'actionneur de la pompe. Les pompes immergées peuvent être électriques ou électromécaniques. [5]

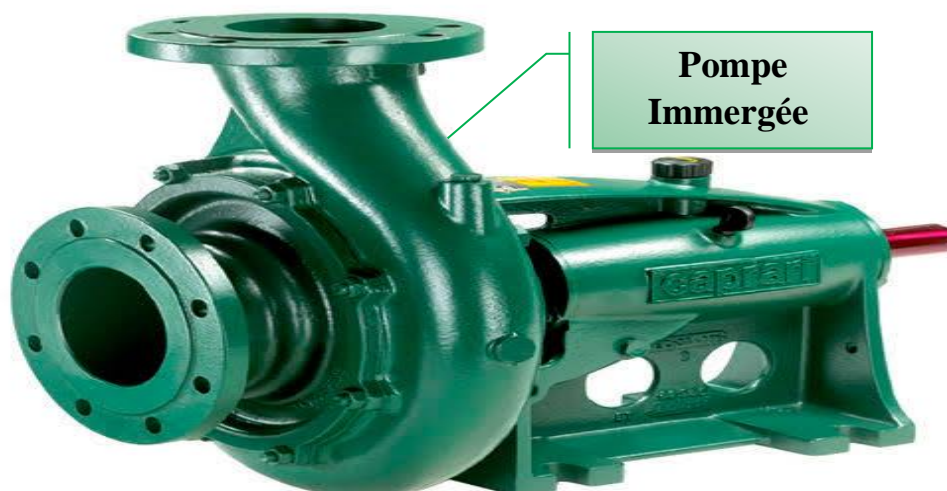


Figure. V.1. Pompe Immergée.

V.3.1. Type de pompe Immergée

Il existe plusieurs types de pompes immergées :

V.3.1.1 Une Pompe Immergée Plane :

Elle aspire l'eau par le bas, ce qui est idéal pour un niveau d'eau peu élevé. L'entrée de ce type de pompe se trouve à quelques millimètres du sol seulement, de manière à pomper l'eau au millimètre près.

V.3.1.2. Une Pompe Immergée A Haute Pression :

Bénéficie de plus de puissance qu'une pompe immergée classique. Ces pompes à haute pression sont utilisées comme pompes d'irrigation ou comme connexion à un nettoyeur haute pression. Le marché de la pompe comporte également d'autres pompes, destinées à pomper l'eau potable ou les eaux usées.

V.4.1. Les Courbes Caractéristiques D'une Pompe :

Les performances d'une pompe sont représentées par les courbes suivantes :

V.4.1.1 La Courbe Hauteur-Débit « $H = f(Q)$ »

Elle présente les variations des différentes hauteurs en fonction du débit.

V.4.1.2. La Courbe Rendement – Débit « $\eta = f(Q)$ »

Cette courbe présente les valeurs du rendement en fonction du débit.

V.4.1.3. La Courbe Des Puissances Absorbées – Débit « $Pa = f(Q)$ »

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

V.4.1.4. La Courbe De La Charge Nette D'aspiration Requise – Débit : $NPSHR = f(Q)$

Elle représente la variation de la charge nette d'aspiration requise en fonction du débit. [5]

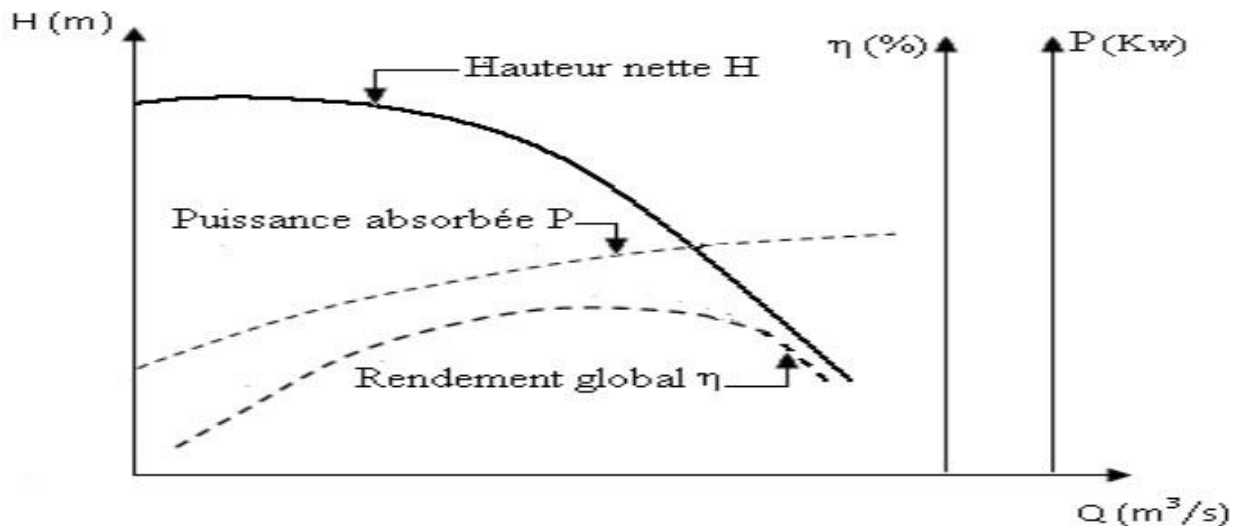


Figure.V.2. Courbes caractéristiques d'une pompe immergée.

V.4.1.5. Couplage D'une Pompe A Un Réseau

Lorsqu'une pompe alimente un réseau, le débit qui la traverse est le même que celui qui entre dans le réseau, l'énergie fournie par la pompe est égale à celle consommée par le réseau.

V.4.1.6. Recherche De La Réalisation Du Point De Fonctionnement Désiré

Le point de fonctionnement d'une pompe est défini comme étant le point d'intersection de la courbe « $H = f(Q)$ » avec la courbe caractéristique de la conduite « $H_c = f(Q)$ ». Notons que la caractéristique de la conduite est déterminée par la formule suivante :

$$H_c = H_g + R \times Q^2$$

Avec :

H_g : La hauteur géométrique,

R : Le coefficient qui caractérise la résistance de la conduite, il est déterminé comme suit :

$$R = 8 \times \lambda \times L / g \times \pi^2 \times D^5$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite(m),

L : La longueur de conduite(m),

g : L'accélération de la pesanteur ($g=9.81\text{m/s}$),

λ : Coefficient de frottement.

Dans le cas où le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré de coordonnées, à savoir :

A. Première variante : Réduction où augmentation du temps de pompage

On garde la courbe $H = f(Q)$ telle qu'elle est, le débit Q sera plus grand que le débit désiré pour cela, nous sommes tenus de faire diminuer le temps de pompage tout en conservant le volume d'eau constant. Le volume d'eau entrant dans le réservoir pendant un temps $T_1 = 22$ heures est de :

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 22 \times Q$$

Ce même volume sera obtenu par le refoulement d'un débit Q pendant un temps T .

Donc on peut écrire :

$$Q \times T = 22 \times Q_1$$

D'où :

$$T = 22 \times \frac{Q_1}{Q}$$

Et la puissance absorbée par la pompe sera :

$$P = \frac{Q \times G \times H}{\eta} \text{ (KW)}$$

B. Deuxième variante : Régulation par étouffement (Le vannage)

Elle consiste à vanner au refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit Q . La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{Q \times G \times H'}{\eta} \text{ (KW)}$$

Avec : $H' = H_1 + h$

Où :

h : Perte de charge engendrée par vannage en (m) ;

H' : La distance séparée entre le point désiré et l'intersection de la verticale passant par le.

Même point avec la caractéristique de la pompe ;

η : Le rendement de la pompe.

C. Troisième variante : Rognage de la roue

Le rognage s'effectue en gardant la même vitesse de rotation N , et cela, en traçant une droite par l'origine et par le point P_1 ; celle-ci coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P_2 (Q_2, H_2) avant le rognage qui est le point homologue du point désiré.

On aura alors :

$$m = (Q_1/Q_2)^{\frac{1}{2}} = (H_1/H_2)^{\frac{1}{2}}$$

Avec :

m : Coefficient de rognage.

Le pourcentage de rognage (r) sera : $r = 1 - m$ (%)

La puissance absorbée par la pompe est :

D. Quatrième variante : variation de la vitesse de rotation

Dans ce cas, on fait varier la vitesse de rotation, sa diminution entraînera la diminution du débit et également la puissance absorbée.

On trace la parabole d'équation $y = ax^2$ (Courbe d'iso rendement) qui contient le point homologue qui passe par P_1 et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P_3 (Q_3, H_3), on aura alors :

$$N' = N \times Q_1/Q_3 \text{ (tr/min)}$$

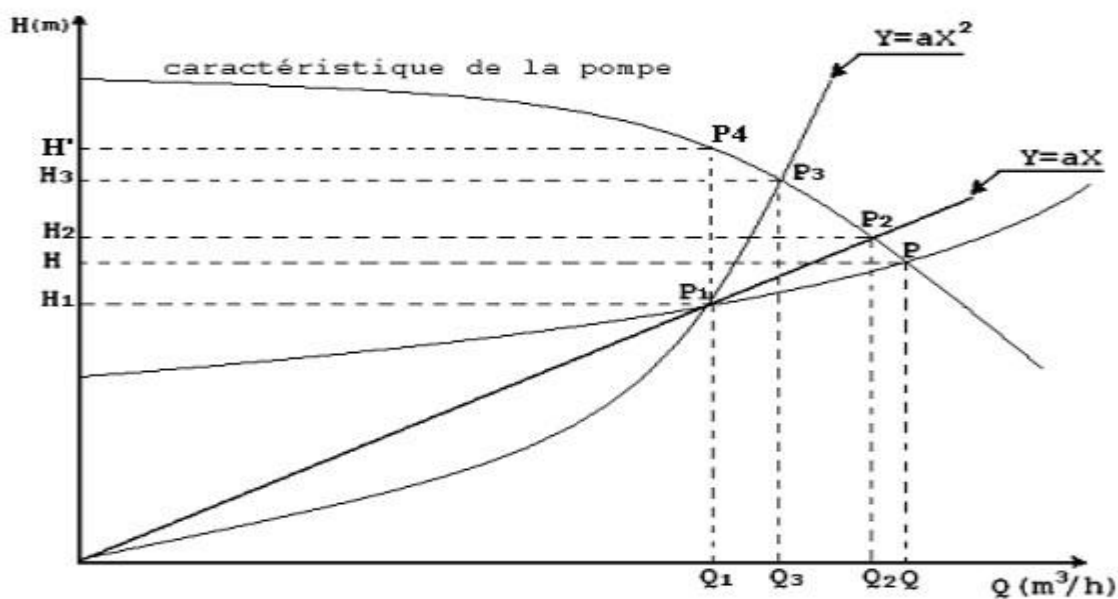


Figure.V.3. Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré.

V.5. Couplage Des Pompes

Dans bien des cas, les besoins (H-Q) ne peuvent être satisfaits que par une seule pompe, ou, pour des raisons de souplesse, on préfère utiliser plusieurs pompes. Dans ces cas, on sera amené à utiliser un couplage de pompes.

V.5.1. Couplage En Parallèle

Ce montage se rencontre lorsque l'on désire, pour une même hauteur de refoulement, augmenter le débit. La caractéristique de l'ensemble des deux pompes s'obtient en ajoutant pour une même hauteur les débits de chaque pompe. Il est souvent bien avantageux d'utiliser deux pompes identiques ce qui évite les risques de décrochage et améliore le rendement de l'ensemble.

Il faudra de toute façon utiliser des pompes ayant une caractéristique constamment plongeante afin d'éviter le risque de faire barboter une des pompes.

V.5.2. Couplage En Série

Ce montage s'emploie lorsque l'on veut augmenter la hauteur de refoulement. Ce cas se rencontre par exemple sur des forages où une pompe immergée relève l'eau jusqu'à la surface, ou elle est reprise par une pompe de surface. Dans ce cas, la caractéristique de l'ensemble des deux pompes s'obtient en ajoutant pour un débit donné les hauteurs de refoulement des deux pompes.

V.6. Etude De Phénomène De Cavitation

La cavitation est un phénomène physique très complexe, qui se manifeste lorsque la pression absolue du liquide descend au-dessous de la tension de vapeur du liquide.

Il se forme des bulles d'air qui dans les zones de pression les plus élevées, provoquent d'importantes perturbations ; bruits dans l'écoulement, des vibrations, ce qui entraîne la détérioration des caractéristiques hydrauliques (le rendement, la hauteur de refoulement, ...) et l'érosion des matériaux au niveau de la pompe.

Pour éviter ce phénomène, on doit assurer à l'aspiration une certaine pression dite : Charge nette minimale disponible à l'aspiration ($NPSH$)_d (Donnée par l'utilisateur), qui sera supérieure à la charge nette minimale requise à l'aspiration ($NPSH$)_r (donnée par le constructeur). Le $NPSH$ requis ($NPSH$)_r est la hauteur minimale de liquide, supposée à sa température d'ébullition, nécessaire au-dessus de l'aspiration, pour empêcher la cavitation. Il dépend de : –

- Type de la pompe,
- Point de fonctionnement.

Il est donné par le fabricant sous la forme d'une courbe donnant le *NPSH* requis (en mètre de liquide) en fonction du débit. Le *NPSH* disponible (*NPSH*)_d est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au niveau le plus bas de la pression dans la pompe.

Soit la condition de non cavitation :

$$(NPSH)_d > (NPSH)$$

- Pour l'alimentation en charge

$$(NPSH)_d = \frac{P_0}{g \times \rho} + Ha - (ha + Hv)$$

- Pour l'alimentation en dépression

$$(NPSH)_d = \frac{P_0}{g \times \rho} - Ha - (ha + Hv)$$

Avec :

Ha : Hauteur d'aspiration en (m) ;

ha : Perte de charge à l'aspiration en (m) ;

$\frac{P_0}{g \times \rho}$: Pression en mètre de colonne d'eau au point d'aspiration en (m) ;

Hv : C'est la pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée. [5]

V.7. Choix Du Type Des Pompes

- ❖ Station de pompage projeté au voisinage le réservoir existant 2000 m³.

Caractéristiques de la conduite :

- **Q** = 45 l/s
- **Hg** = 19m
- **HMT** = 43.65m
- **D** = DN [315] mm, PN [20] bars.

On va opter pour une pompe immergée

Figure (IV.1) courbe caractéristique de la pompe

On a opté pour le choix d'une pompe de type électropompe émergée : [MEC-A 2/100B]

- Point de fonctionnement : $P = (Q = 45 \text{ l/s} ; \text{HMT} = 43.65 \text{ m})$;
- Point désiré : $P = (Q = 45 \text{ l/s} ; \text{HMT} = 43.65 \text{ m})$

Le point de fonctionnement coïncide avec le point désiré, voir la figure (IV.4).

Finalement les résultats de choix de la pompe sont présentés sur le tableau suivant :

Station	Type de pompe	Puissance absorbée (KW)	Rendement (%)	NPSHr (m)
R2000m ³	[MEC-A 2/100B]	28.2	74.9 %	4.2

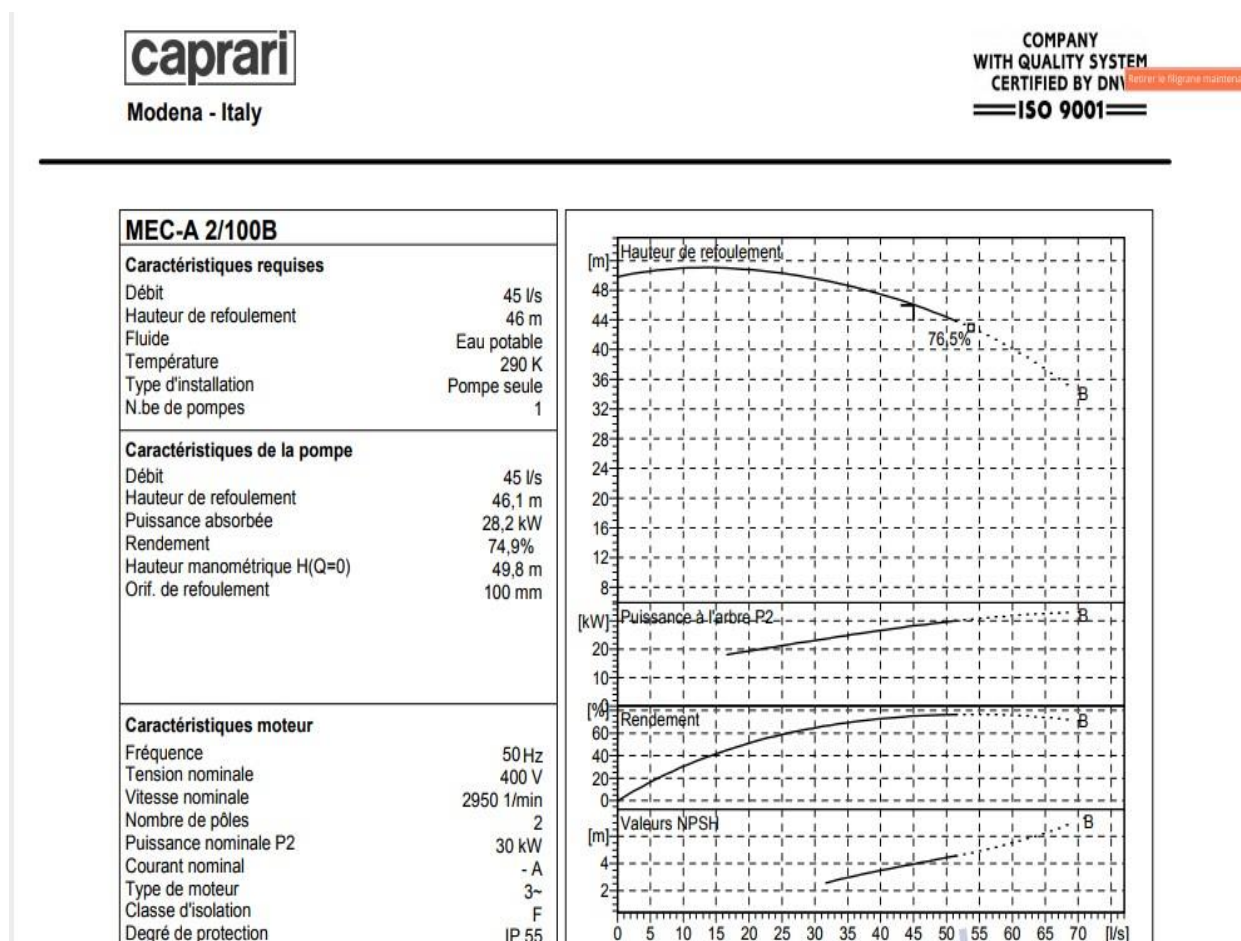


Figure. IV.4. Courbe caractéristique de la pompe MEC-A 2/100B.

IV.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons utilisé le logiciel *CAPRARI PUMP TUTOR*, afin de choisir la pompe pour l'adduction.

Projection d'une station de pompage pour assurer la pression minimale dans le réservoir projeté.

L'emplacement de la station projeté au voisinage le réservoir existant 2000 m³.

Le choix est porté sur **une pompe immergée**

CHAPITRE VI :

Pose et Protection

Des Conduites

VI.1. Introduction

Le rôle de la conduite est de pouvoir transporter un débit souhaité en résistant aux flexions longitudinales, aux efforts d'ovalisations, à l'agressivité des sols et aussi aux surpressions et dépression, qui peuvent atteindre des valeurs assez grandes, provoquant la rupture de la canalisation. C'est pourquoi, il est très important d'étudier les moyens de protection pour limiter ces effets. Dans ce chapitre on va étudier d'une manière précise le phénomène du coup de bélier, les risques qu'il représente et les moyens de protection. Cela va s'appliquer à l'ensemble de notre réseau d'adduction.

VI.2. Analyse Du Coup De Bélier

VI.2.1. Définition Du Coup De Bélier

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire, caractérisé par un changement du régime d'écoulement dans la conduite, d'où l'apparition d'une série d'ondes de pression qui se propagent le long de la conduite en s'amortissant progressivement en raison des pertes d'énergie dues aux frottements.[5]

VI.2.2. Causes Du Coup De Bélier

Les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- Arrêt brutal, par disjonction inopinée, d'un ou de plusieurs groupe électro pompes alimentant une conduite de refoulement débitant sur un réservoir, ou d'un démarrage d'une pompe ;
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement ou d'un robinet d'obturation placé au bout d'une conduite d'adduction ;
- Démarrage d'un groupe électropompes à vanne ouverte ;
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP ;
- Modification de la vitesse d'une pompe ;

VI.2.3. Conséquences Du Coup De Bélier

Les conséquences de ce phénomène sont les suivantes :

- Déboitement des conduites ;
- Détérioration des joints, Erosion des joints, rendant la conduite non étanche ;
- Détérioration des revêtements intérieurs ;

- Rupture de la conduite, éclatement dû à la surpression et l'écrasement qui est dû à la dépression.

VI.2.4. Moyens De Protection Contre Le Coup De Bélier

Les appareils anti-bélier devront avoir pour effet :

- De limiter la dépression ;
- De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

VI.2.4.1. Volant D'inertie

Couplé au moteur, il constitue un moyen permettant d'allonger le temps d'arrêt du moteur et cela protège les installations contre les dépressions.

VI.2.4.2. Soupape De Décharge

Elle ne lutte que contre les surpressions, elle est munie d'un ressort qui avec le temps devient raide et n'accomplit pas son rôle. La protection des installations contre les surpressions est accompagnée de perte d'eau par éjection en cas de gonflement.

VI.2.4.3. Réservoirs D'air

Il protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, il est le meilleur remède contre le coup de bélier.

VI.2.4.4. Cheminée D'équilibre

Elle protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, elle ne peut l'établir économiquement que si la hauteur géométrique est faible. A cause de son encombrement, elle est déconseillée en AEP.

VI.3. Définition Des Pressions

La pression est une notion physique fondamentale parfaitement définie comme étant le rapport d'une unité de force sur une unité de surface. En hydraulique, la notion de pression est largement utilisée, mais elle est complexe car elle comprend plusieurs définitions selon les normes, les règles de l'art ou les régimes d'écoulement auxquelles on se réfère, on distingue :

VI.3.1. Pression Maximale De Service

La Pression Maximale de Service (PMS) est la pression dynamique la plus élevée en régime permanent sur le réseau.

VI.3.2. Pression De Service

La Pression de Service (PS) est la pression dynamique d'un réseau lorsque ce dernier n'a qu'un seul régime de fonctionnement.

VI.3.3. Pression Statique

La pression statique est la pression supportée par le tuyau à débit nul. Cette pression est facile à définir lorsqu'il s'agit d'un simple refoulement sur un réservoir et particulièrement difficile à définir dans le cas d'un refoulement-distribution.

VI.3.4. Pression De Fonctionnement Admissible

La Pression de Fonctionnement Admissible (PFA) est la pression hydrostatique maximale à laquelle un composant est capable de résister de façon permanente en service.

VI.3.5. Pression Nominale

La Pression nominale (PN) est la pression qui sert souvent dans le dimensionnement d'une canalisation en PVC ou en PEHD. Cette valeur est exprimée en bar (pour l'élément de canalisation ou de robinetterie) comme étant la pression pour laquelle l'équipement est capable de supporter une pression sans défaillance et avec une sécurité convenable pendant un temps à une température donnée.

VI.3.6. Pression Maximale Admissible

La Pression Maximale Admissible (PMA), est la pression y compris le coup de bélier, à laquelle un composant est capable de résister lorsqu'il y est soumis de façon intermittente en service.

Remarque : pour les conduites en PEHD le coefficient de sécurité de la conduite peut aller jusqu'à 20%.

VI.4. Etude Du Coup De Belier

VI.4.1. Calcul De La Célérité D'ondes

La célérité de l'onde est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{K \times D}{e}}}$$

Avec :

a : Célérité d'onde (m/s) ;

D : Diamètre de la conduite (mm) ;

e : Epaisseur de la conduite (mm) ;

k : Coefficient dépendant des matériaux constituant la canalisation.

VI.4.2. Valeurs Numériques Du Coup De Béliet

L'étude du coup de bélier se fait pour les deux cas suivants :

A. 1er cas : Fermeture brusque

Le temps de fermeture est :

$$T_f < \frac{2 \times L}{a}$$

Avec :

$\frac{2 \times L}{a}$: Temps d'aller et retour de l'onde

La valeur maximale du coup de bélier est :

$$B = \frac{a \times v_0}{g}$$

Avec :

B : La valeur du coup de bélier (m) ;

a : Célérité de l'onde (m/s) ;

v₀ : Vitesse de l'eau dans la conduite en régime normal (m/s) ;

g : Accélération de la pesanteur (m²/s).

La valeur maximale de la pression - surpression :

$$H_s = H_0 + B$$

La valeur minimale de la pression - dépression :

$$H_d = H_0 - B$$

Où :

$$H_0 = H_g + 10$$

Avec :

H_g : Hauteur géométrique de refoulement (m) ;

10 : Pression atmosphérique (m).

B. 2ème cas : Fermeture lente

Le temps de fermeture :

$$T_f > \frac{2 \times L}{a}$$

La valeur du coup de bélier est :

$$B = \frac{2 \times L \times v_0}{g \times T_f}$$

La valeur du coup de bélier lors d'une fermeture brusque étant plus importante que celle de la fermeture lente, on s'intéressera au cas de la fermeture brusque.[5]

VI. 5. Calcul Du Coup De Bélier Pour Les Tronçons De Refoulement**VI.5.1. Caractéristiques Des Conduites**

Les caractéristiques de la conduite de refoulement sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau.VI.1. Caractéristiques de la conduite de refoulement.

Tronçon	D (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	L (m)	Hg (m)	H0 (m)	a (m/s)	B (m)	Hs (m/s)	PNS (bar)
R2000m3 - R1 Projeté	244.6	35.2	0.96	5850	19	29	366.7	35.82	54.82	20

VI.5.2. Constatation Des Résultats

D'après le tableau ci-dessus, on remarque la surpression maximale et la dépression ne dépasse pas la valeur de la pression de service admissible donc: **on n'aura pas besoin d'installé un moyen de protection.**

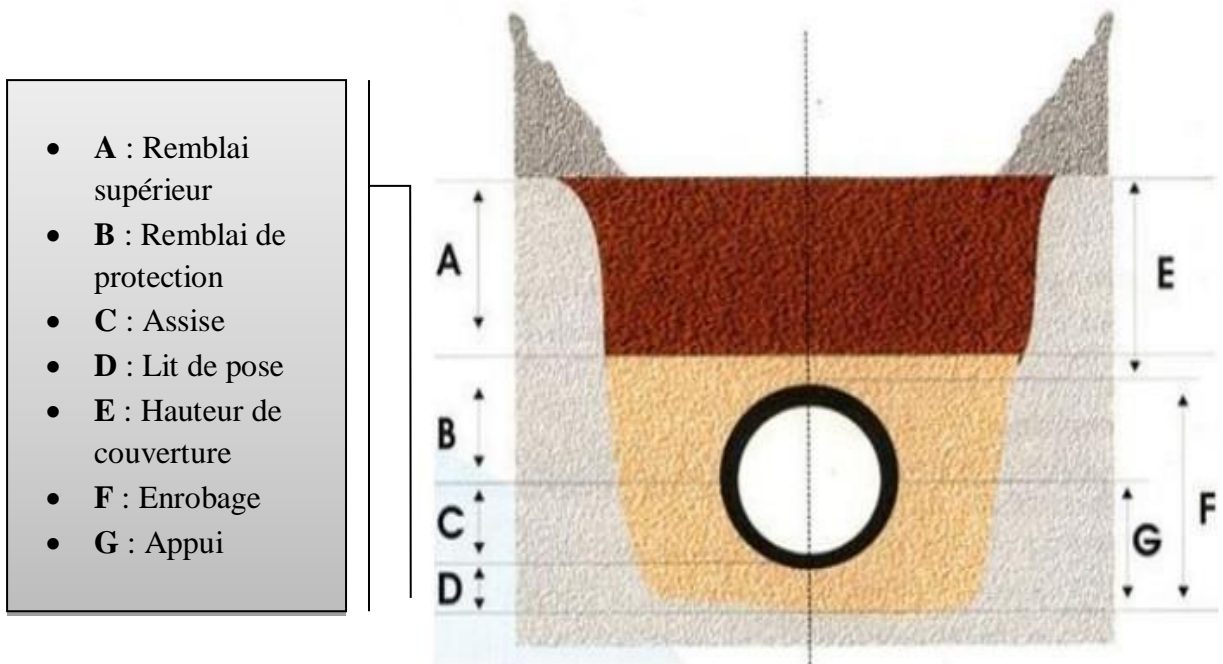
VI.6. Pose Des Conduites

La pose de la conduite doit être réalisée minutieusement en tenant compte de certains impératifs lors de l'aménagement de la fouille et de la pose. Avant chaque réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de définir l'ensemble de ces composantes afin d'assurer la protection, la stabilité et la durabilité de la conduite.

V.6.1. Exécution Et Aménagement De La Tranchée

Lors de l'exécution d'une tranchée, on doit tenir compte des normes suivantes ((Figure VI.1.) (Tableau VI.2.)) :

- La section transversale de la tranchée dépend de la largeur et de la profondeur ;
- La largeur est en fonction du diamètre de la conduite et de la nature du sol ;
- Un espacement de 30 cm est prévu de part et d'autre de la conduite ;
- La profondeur doit être suffisante pour assurer la protection de la conduite contre les efforts de surcharges et de la variation de la température, on prévoit une profondeur minimale de 0,8 m jusqu'à la génératrice supérieure de la conduite ;
- Le fond de la fouille doit être purgé des pierres qui pourraient s'y trouver, et convenablement dressé ; après quoi, il sera recouvert d'un lit de pose de 10 à 15 cm ;
- Le remblayage de la conduite est exécuté de façon à ne causer aucun dommage aux tubes. Pour obtenir un bon remblai, on utilise une terre dépourvue de pierre très fortement damée par petites couches jusqu'à 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite ;
- En terrain agressif, on cherche une homogénéisation du sol par utilisation d'un remblai inerte, bien drainé au contact du métal pour atténuer le phénomène de corrosion.[5]



- A : Remblai supérieur
- B : Remblai de protection
- C : Assise
- D : Lit de pose
- E : Hauteur de couverture
- F : Enrobage
- G : Appui

Figure.VI.1.Pose de la conduite en tranchée.

Tableau.VI.2. Les différents matériaux.

Couche	Matériau	Hauteur de remblai

Lit de pose	Sable 0.1 à 5 mm	Couche d'au moins 10 cm
Assise	Sable 0.1 à 5 mm	Jusqu'à hauteur axe du tube
Remblai de protection	Sable 0.1 à 5 mm	10 cm au-dessus du tube
Remblai supérieur	Réutilisation déblai	Jusqu'à la surface

VI.6.2. Stabilisation Des Conduites

Pour résister aux poussées dues à la pression de l'eau dans les coudes, les cônes, les tés et les extrémités, il y a lieu d'aménager des butées en massif de béton. On distingue (Figure VI.2.), (Figure.VI.3.) :

- Butée sur coude horizontal.
- Butée sur coude vertical.
- Butée sur branchement.
- Butée sur un cône.[5]

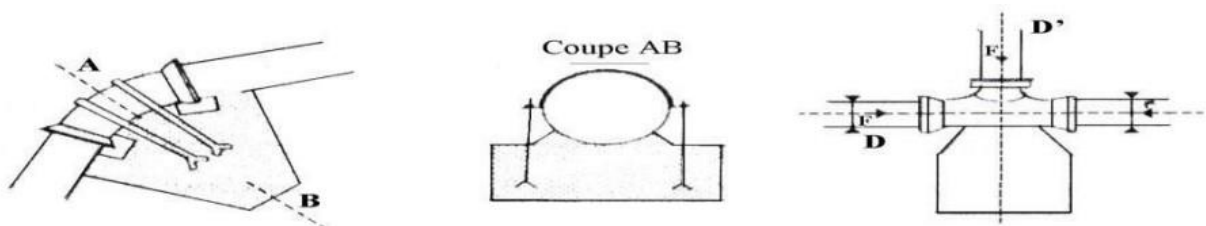


Figure VI.2. Butée sur coude horizontal.

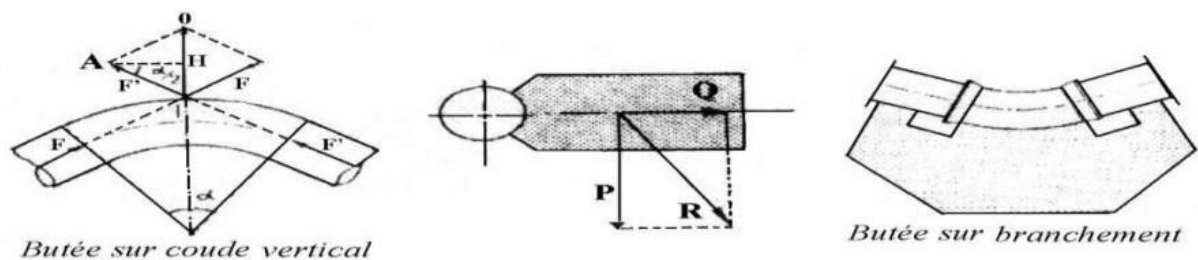


Figure. VI.3. Butée sur coude vertical et Butée sur branchement.

VI.6.3. Travaux Spéciaux

VI.6.3.1. Traversée De Route

En raison des charges supportées, qui peuvent causer des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, la pose des conduites s'effectuera dans une gaine (buse en acier de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite). Pour protéger la canalisation des chocs et vibrations, et évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée

(Figure.VI.4.). [5]

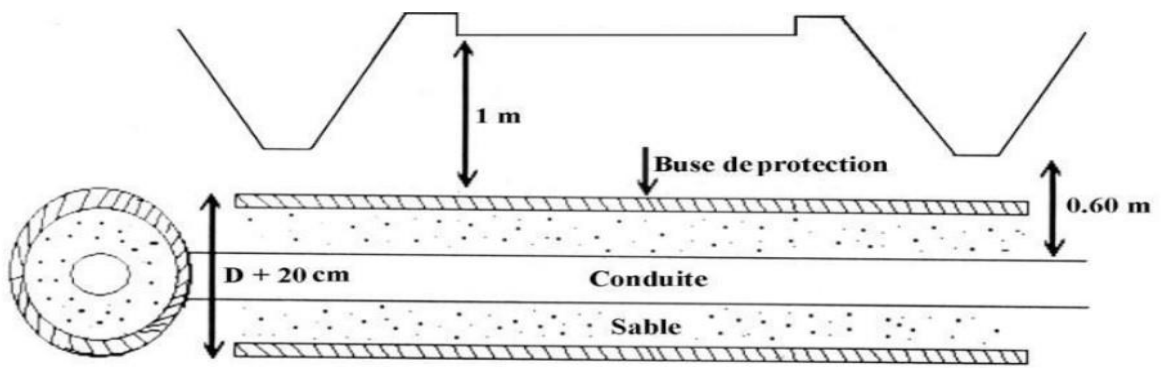


Figure. VI.4. Protection spéciale pour la traversée de route.f



Figure. VI.5. Traversée de route national N28.



Figure. VI.6. Traversée de route W140.



Figure. VI.7. Traversée de route Communale L'hchichia.

VI.6.3.2. Traversées D'oueds

Le risque auquel est exposée une conduite en traversée sous le lit d'un oued est son découverte, à la suite duquel se trouverait soumise aux contraintes dues à l'écoulement (efforts hydrauliques et chocs causés par transports solides).

Deux causes principales peuvent être identifiées :

- Approfondissement du lit par érosion,
- Déplacement latéral du lit.

Pour ces traversées, il est prévu un calage de la conduite tel que la génératrice supérieure se trouve à 2m sous point le plus bas du lit de l'oued. Le remblaiement de la fouille sera réalisé avec les matériaux en place.

En conséquence, la conduite traversant en tranchée un talweg doit être protégée à sa partie aval chaque fois qu'il s'avère nécessaire ; par un gabion longitudinal enterré jusqu'au ras du sol. Les canalisations seront noyées dans une longrine protectrice en béton ou mise sous gaines de protection en acier (Figure.VI.8.).[5]

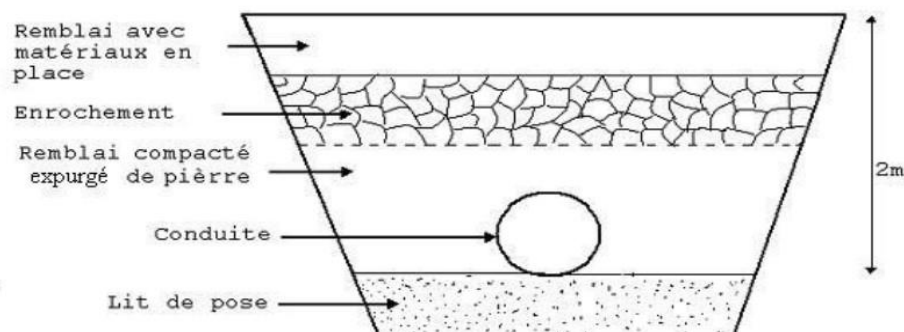


Figure. VI.8. Traversée d'oued.



Figure. VI.9.Traversée d'ouedBousselame.

IV.6.3.3. Traversée De La Voie Ferrée

La traversée des voies ferrées se fait de la même manière que celle des routes. Le tronçon sera introduit dans un fourreau de protection en béton armé préfabriqué, de diamètre supérieur à celui de la conduite de 30cm.[6]

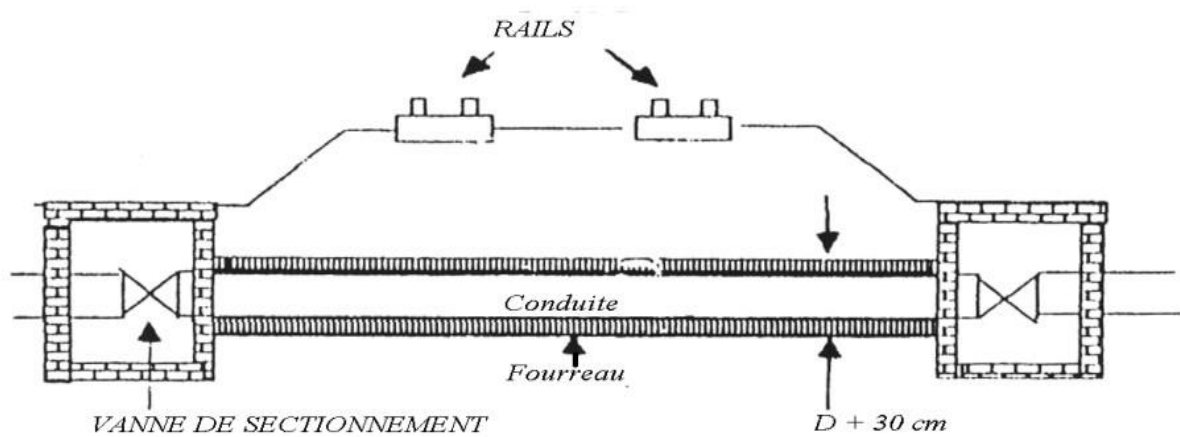


Figure. VI.10.Traversée De Chemin De Fer.



Figure. VI.11.Traversée De Chemin De Fer Coté Cimetière Sidi Lkhayer.

VI.6.3.4. Pose En Elévation

Lors de la traversée des terrains très accidentés ou de dépression, la conduite reposera sur des tasseaux en béton dans lesquels des têtes de pieux seront noyées jusqu'au bon sol. Les tasseaux peuvent être au nombre de deux par tuyau ou d'un.

VI.6.3.5. Mise En Eau Et Epreuve

La mise en eau doit être progressive à partir d'un point bas en vérifiant que l'air s'évacue par les ventouses. Pour les tuyaux à revêtement intérieur poreux, une mise en pression préalable supérieure à 15 minutes est nécessaire pour imbiber le matériau. On applique ensuite la pression d'épreuve pendant 30 minutes, la diminution de pression constatée à l'issue de cette période ne doit pas être inférieure à 20 KPa. La pression d'épreuve appliquée actuellement est égale à la pression de service augmentée de 50%, définie comme la « Pression Maximale de Fonctionnement de la Zone de pression comprenant le coup de bélier et tenant compte de développement futurs ». La pression d'épreuve est maintenue pendant 30 minutes en pompant par moment pour l'ajuster, puis ramenée à 3 MPA à l'aide d'une vanne de purge. L'essai est satisfaisant si la pression dans la conduite remonte sans intervention de l'opérateur.

VI.6.3.6. La Stérilisation Des Conduites Neuves Avant La Mise En Service

Une fois les travaux d'installation des conduites sont achevés, il y'a lieu de procéder à une désinfection de tout le réseau.

VI.7. Conclusion

Dans ce présent chapitre, on a présenté les normes, les techniques et les ouvrages concernant la pose et on a vérifié la surpression et dépression dans la conduite. Pour ce projet ont trouvé que on n'aura pas besoin d'un moyen de protection contre le phénomène de coup de bélier.

Conclusion générale

Conclusion Générale

A travers cette étude, nous avons présenté en premier lieu un aperçu général sur les insuffisances enregistrées sur le système d'alimentation en eau potable Centre de *L'hchichia*.

Après avoir estimé les différents besoins en eau , nous avons constaté que ces besoins à longterme (2052) qui sont de (9260.751m³/j) sont bien loin d'être satisfaisant par rapport au débit journalier fourni par les ressources d'eau existantes, par conséquent, on a un déficit de (5616 m³ /j) à combler. Dans le but d'y remédier, il est nécessaire de renforcer la chaîne d'alimentation en eau potable en augmentant le débit.

Afin d'assurer l'acheminement de l'eau vers la zone d'étude concernée, nous avons projeté quatre (04) réservoirs

L'eau sera transférée depuis le point de piquage sur la conduite de transfert vers un réservoir principal existant juste à côté, d'une capacité de 2000 m³. Ce dernier assure l'adduction vers les villages de notre zone d'étude

Projection d'une station de pompage pour assurer la pression minimale dans le réservoir projeté. L'emplacement de la station projeté au voisinage du réservoir existant 2000 m³.

On a vérifié la surpression et dépression dans la conduite. Pour ce projet ont trouvé que on n'aura pas besoin d'un moyen de protection contre le phénomène de coup de bélier.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Site Internet - Agence Nationale Des Barrages Et Transfers:**Soudoud-Dzair Barrage El Maouane.
- [2] **Lalla Aimene Abd-Elkader. :** Etude Critique De L'ancien Projet De Transfert D'eau Brute Entre Le Barrage Ighil Emda (Bejaia) Et Le Barrage El-Mahoune. Mémoire de fin d'étude Université de Bejaia, 2020.
- [3] **Boudouda, A. et Zimouche, Y. :**Réhabilitation Du Réseau De Distribution Secteur Smina Et L'adduction Par Refoulement Vers Tala Markha Mémoire de fin d'étude Université de Bejaia, 2021.
- [4] **Boufaghes, I. et Kahlat, F. :** Etude de réseau d'A.E.P du village Tleta commune Taher wilaya de Jijel Mémoire de fin d'étude Université de Jijel, 2019.
- [5] **Hadjou, N. et Haddar, A. :** Renforcement Du Reseau D'alimentation En Potable Du Village De Raffour Commune De M'chedallah (W. Bouira) Mémoire de fin d'étude Université de Bejaia, 2019.
- [6] **Larbi, O. et Aouani, N. :** Alimentation En Eau Potable Renforcement De La Commune D'agouni Gueghrane À Partir Du Piquage Sur La Conduite De Transfert Koudiat Acerdoune (Wilaya De Tizi Ouzou) Mémoire de fin d'étude Université de Bejaia, 2019.
- [7] **Bounab. S. :** Ressources en Eau Et Developpement Durable Cas de La Region Annaba – El Tarf (Nord Est Algerien) Thèse De Doctorat En Sciences Université De Annaba 2017.
- [8] **Données :** Plans Directeur D'aménagement Et D'urbanisme (PDAU) De La Commune de Mezloug Wilaya De Sétif, 2020.
- [9] **Données :**Subdivision D'hydraulique De La Daïra D'Ain Arnet.- APCDe Mezloug.

Annexe

Annexe (2) :

Tableau 1 : Les diamètres, Prix et pression nominale des conduites en PEHD PN10.

Diamètre extérieur en (mm)	Epaisseur en (mm)	Prix de revient (DA /ml)
20	2	30.78
25	2	39.6
32	2.4	61.54
40	3	96.33
50	3.7	147.17
63	4.6	232.79
75	5.6	329.13
90	5.4	392.5
110	6.6	579.62
125	7.4	738.42
160	9.6	1209.38
200	11.9	1892.38
250	14.8	2937.81
315	18.7	4684.62
400	23.7	7516.57
500	29.7	11724.79
630	37.4	17729.58

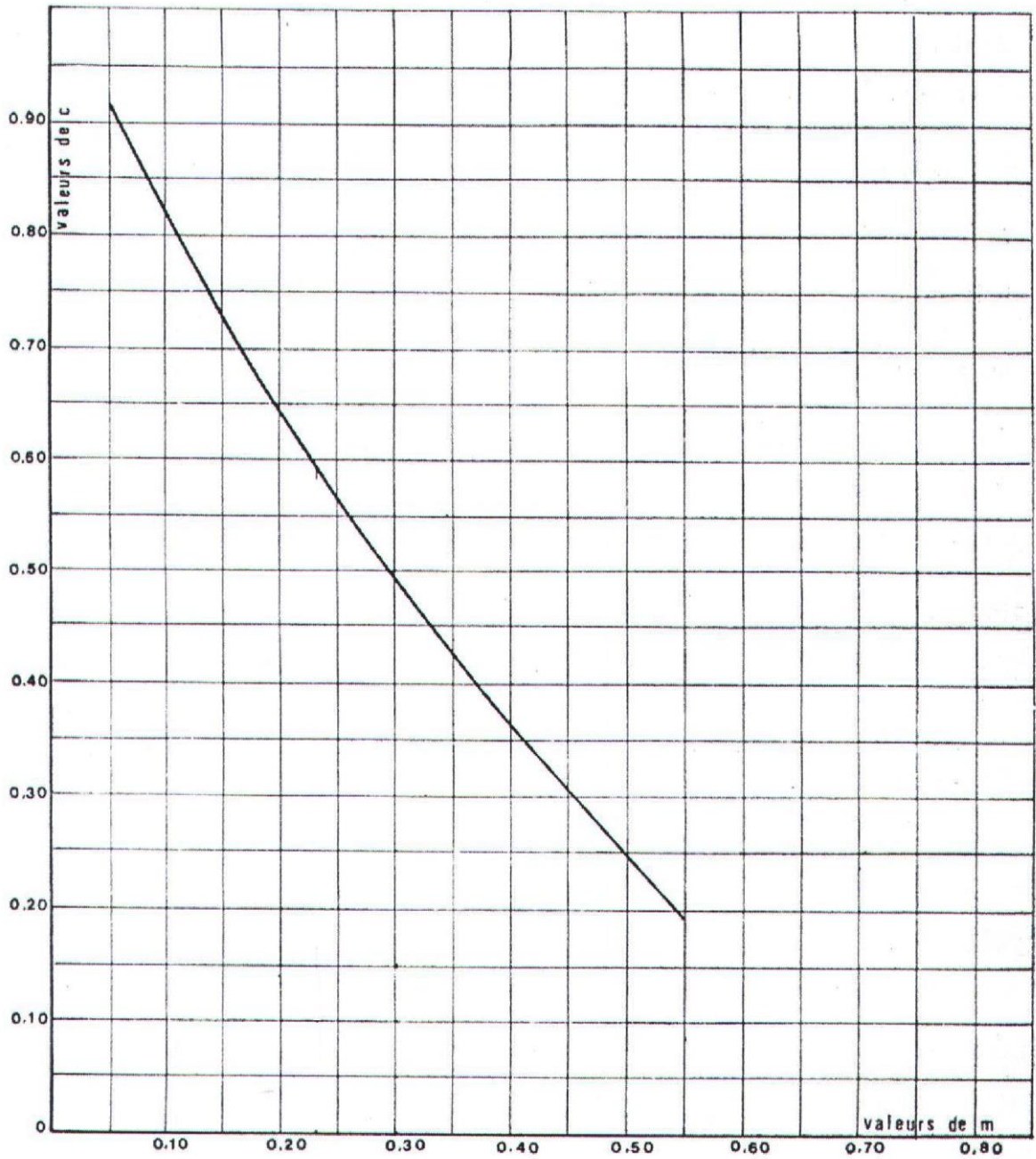
Tableau 2 : Les diamètres, Prix et pression nominale des conduites en PEHD PN16

Diamètre extérieur en (mm)	Epaisseur en (mm)	Prix de revient (DA /ml)
20	2	40.74
25	2.3	59.87
32	3	99.14
40	3.7	153.50
50	4.6	238.07
63	5.8	376.64
75	6.8	529.43
90	8.2	691.61
110	10	1026.15
125	11.4	1316.19
160	14.6	2151.15
200	18.2	3378.11
250	22.7	5226.50
315	28.6	8026.99
400	36.3	12966.67
500	45.4	19569.51
630	57.2	31072.20

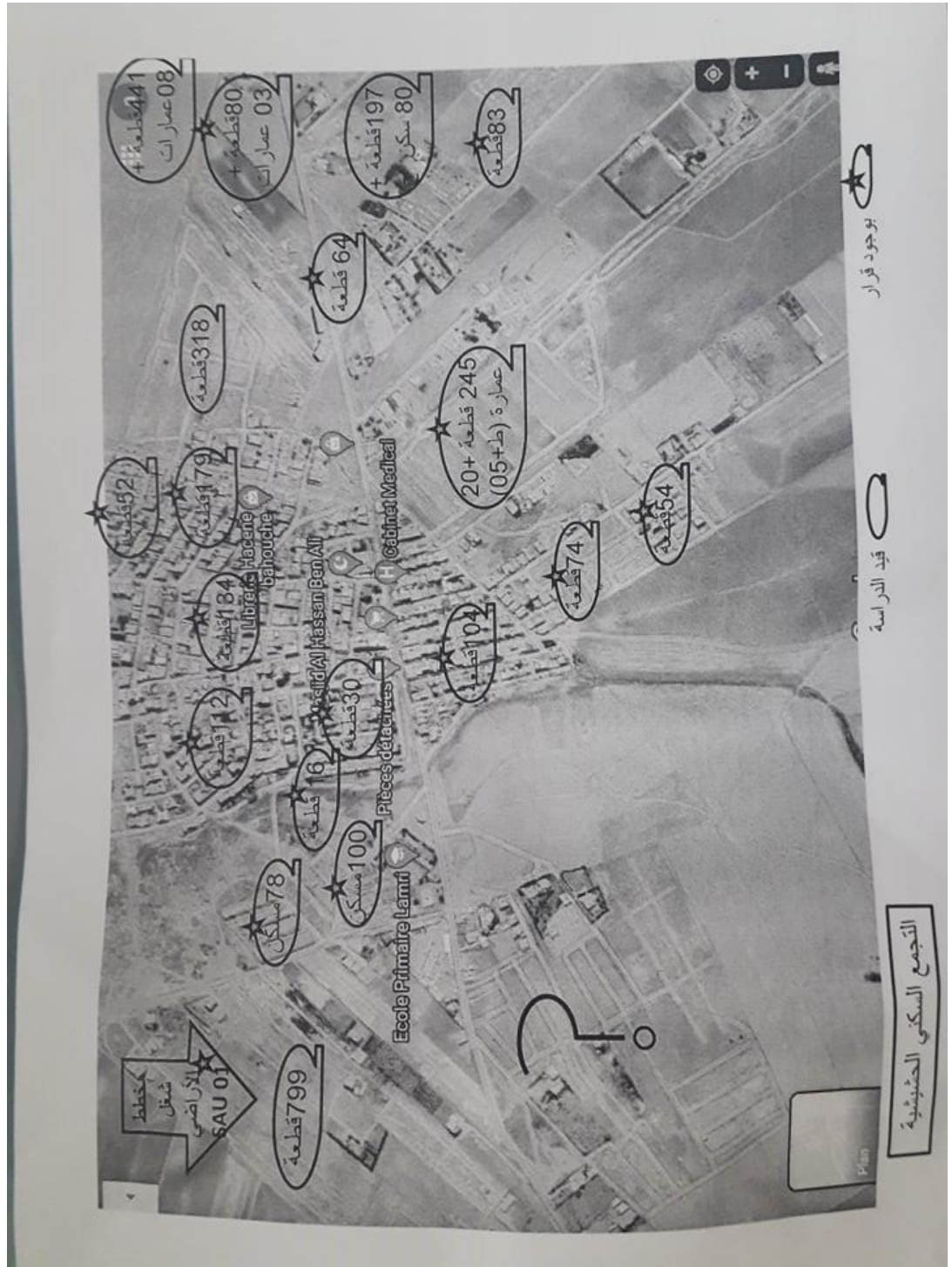
Tableau 3 : Les diamètres, Prix et pression nominale des conduites en *PEHD PN20*

Diamètre extérieur en (mm)	Epaisseur en (mm)	Prix de revient (DA /ml)
20	3	44.46
25	3.5	70.86
32	4.4	109.64
40	5.5	171.15
50	6.9	265.07
63	8.6	423.18
75	10.3	595
90	10.1	794.01
110	12.3	1175.74
125	14	1490.27
160	17.9	2423.58
200	22.4	3793.42
250	27.9	5900.88
315	35.2	9015.89
400	44.7	14529.62
500	55.8	22624.58
630	70.3	35945.05

Annexe (4) : Coefficient de perte de charge c dans une tuyère



Annexe (4) : Plan d'occupation des sols Zone L'hchichia



Annexe (5) : courbes caractéristiques de la pompe

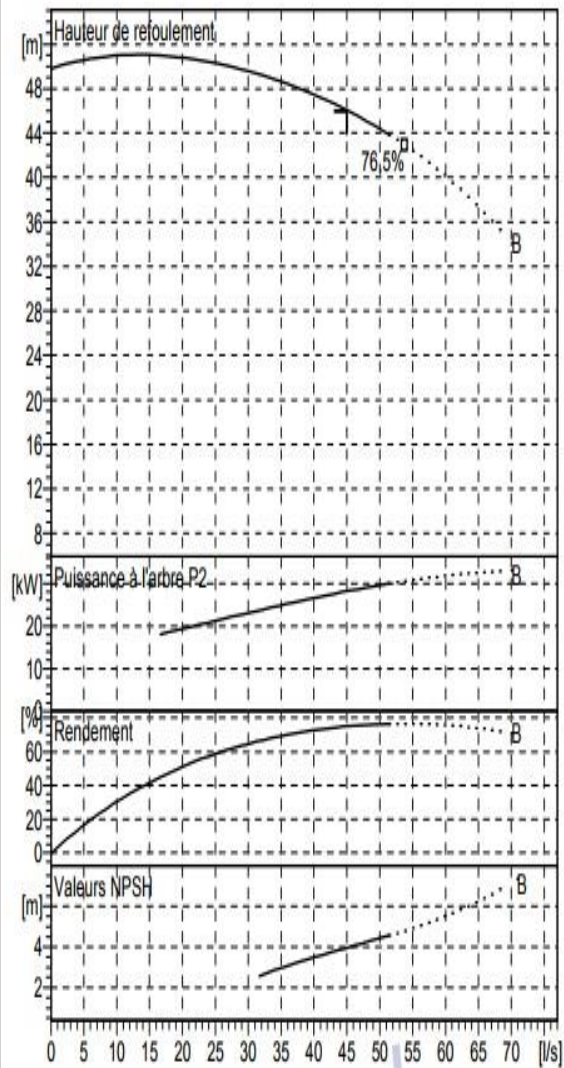
caprari

Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV

ISO 9001

MEC-A 2/100B	
Caractéristiques requises	
Débit	45 l/s
Hauteur de refoulement	46 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	45 l/s
Hauteur de refoulement	46,1 m
Puissance absorbée	28,2 kW
Rendement	74,9%
Hauteur manométrique H(Q=0)	49,8 m
Orif. de refoulement	100 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	30 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55



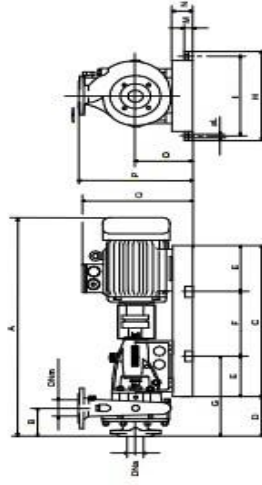
Caractéristiques de fonctionnement

UNI/ISO 2548/C

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

Dimensions mm

- A = 1403
- B = 150
- C = 1049
- D = 222
- DNa = 125
- DNm = 100
- E = 175
- F = 699
- G = 397
- H = 530
- I = 480
- L = 20
- M = 42
- N = 100
- O = 300
- P = 575
- Q = 665



Limites opérationnelles

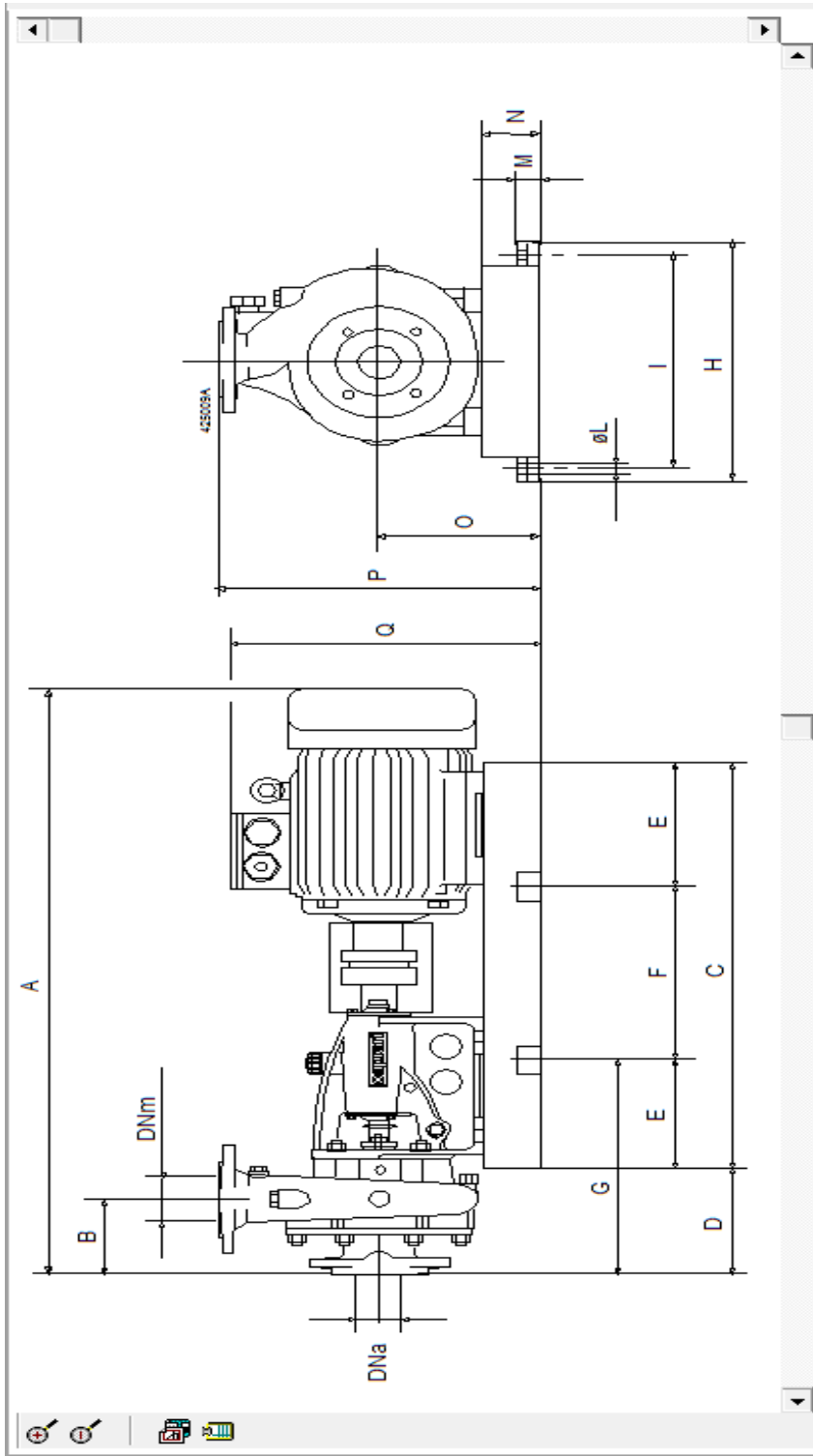
- Démarrages / h max. 5
- Température maxi. du liquide pompé 363 K
- Teneur maximum en matières solides 40 g/m³
- Densité max. 998 kg/m³
- Viscosité maxi. 1 mm²/s

Caractéristiques générales

Poids 364 kg

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Fonte
Arbre	Acier traité
Douille arbre	Acier cromé
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



Dimensions

A = 1277	E = 175	M = 42
B = 125	F = 606	N = 100
C = 956	G = 364	O = 300
D = 189	H = 530	P = 550
DNa = 100	I = 480	Q = 665
DNm = 80	L = 20	

ملخص

في هذه الدراسة أردنا أن نعالج مشكل نقص الموارد المائية والإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمنطقة الحشيشية.

ومن أجل الوصول إلى حل صحيح تقنياً وواقعياً اقتصادياً استمر على المدى الطويل، قمنا بحسابات ديموغرافية لسكان الحشيشية، وحددنا احتياجات المنطقة للمياه على المدى المنظور 2052، ثم قمنا بتصميم خزانات المياه وفق تقسيم جيد يضمن التزويد بالمياه بطريقة منظمة وكافية، وأعدنا دراسة تكنو-اقتصادية لغرض تحديد أقطار أنابيب الربط، مع اختيار نوع المضخة ومكان محطة الضخ المناسبين، لضمان وصول المياه إلى الخزانات، مع التأكد نضرياً وعملياً من سلامة شبكة الربط.

الكلمات المفتاحية: انابيب الربط – محطة الضخ – الربط بالمياه – الامدادات

Abstract

In the present work, we studied the drinking water supply network for *L'hchichia* town (Sétif) Fed from *Mezloug* 2000 m³ water tank.

In order to achieve the objectives of our Project, we started by gathering informations as much as possible, which is a major interest for establishing a long-term work. Next, we sized the Water Tanks according to the agglomeration consumption regime. In addition, a technical-economic study has been established for the purpose of dimensioning structures in the supply Chain. Once the economic diameters are adopted, the choice of the pumpstype according to the requirements of the project was made. At the end, we made a check regarding the risk of occurrence of the water hammerphenomen.

Keywords : water supply –Water Tanks – Pump - water hammer.

Résumé

Dans le présent travail, nous avons fait l'étude du réseau d'alimentation en eau potable pour la région de *L'hchichia* (Sétif) alimentée à partir de réservoir 2000 m³*Mezloug* (Les Grand Transfert). Afin d'aboutir aux objectifs du projet, nous avons commencé par recueillir un maximum d'information, qui portent un intérêt majeur pour établir un bilan des besoins à satisfaire à long terme. Ensuite, nous avons dimensionné les réservoirs suivant le régime de consommation des agglomérations. Par ailleurs, on a établi une étude technico-économique dans le but de dimensionner des ouvrages de la chaine d'adduction. Une fois les diamètres économiques sont adoptés, on a procédé au choix du type des pompes répondant aux exigences du projet. A la fin, on a fait une vérification du risque d'apparition du phénomène de coup de bélier.

Mots Clés : AEP– Réservoirs - Adduction - Pompe - Coup de bélier.