

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



جامعة بجاية  
Tasdawit n' Bgayet  
Université de Béjaïa



Faculté de Technologie  
Département d'Hydraulique

Laboratoire d'Hydraulique appliquée et environnement

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**Mr ZALOUK Ahmed**

**Mr HOCINE Jugurta**

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

Option : **Hydraulique Urbaine**

### INTITULE :

# **RÉHABILITATION DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DU SECTEUR TIZI-IGHIL OUAZOUG COMMUNES DE BEJAIA WILAYA DE BEJAÏA**

Soutenu le **28/09/2022** Devant le jury composé de :

- Président : **Mr MERAH Ferhat**
- Promoteur : **Mr HAMCHAOUI Samir**
- Examineur : **Mr BRAKENI Abderrezak**

# Remerciement

**A**vant tout propos, on remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer la rédaction de ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr HAMCHAoui Samir**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Nos remerciements s'adressent à **Mr FALEK Riad** ingénieur à la direction des projets de réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville de Bejaïa, et à **Mr LAAMRI Riad** ingénieur à l'entreprise de réhabilitation des réseaux d'AEP, pour leurs aides pratiques et leurs soutiens.

A madame **BENAMARA Kaïssa** membre de l'assemblée populaire de la commune de Boghni pour son aide, son soutien et ses encouragements.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

A tout le corps professoral du département d'hydraulique qui nous a assuré une formation pluridisciplinaire de très haut niveau et très adaptée aux réalités de l'hydraulique.

**Jugurta & Ahmed**

## **DEDICACE**

*C'est avec un grand plaisir et beaucoup d'émotion que je dédie ce modeste travail à :*

### **MA TRÈS CHÈRE MÈRE**

**A** *utant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse Dieu le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie à fin que je puisse te combler à mon tour.*

### **MON TRÈS CHER PÈRE**

**A** *utant de phrases et d'expressions aussi éloquents soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A LA MEMOIRE DE MON GRAND PERE HOCINE AHCENE.*

*A mon frère YANIS, ma sœur SYLIA et ma très chère FAMILLE.*

*A mon binôme AHMED et sa famille.*

*A mes chers copains de chambre : Rida, Azzedine et Yacine.*

*A mes chers amis : Faiza, Bi-Fa, Koukou et sa sœur, Mahdi, Yacine, Youva, Dounia, Radia, Hamza, Mouh ...*

*A toutes mes connaissances durant mon passage à l'université De Bejaïa.*

**JUGOO**

## **DEDICACE**

*C'est avec un grand plaisir et beaucoup d'émotion que je dédie ce modeste travail à :*

### **MA TRÈS CHÈRE MÈRE**

**A** *utant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse Dieu le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie à fin que je puisse te combler à mon tour.*

### **MON TRÈS CHER PÈRE**

**A** *utant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A mes Grands parents que dieu me les garde.*

*A mon frère GAYA, mes sœurs MAISSA, KENZA, DACINE et ma chère Famille.*

*A mon binôme Jugo et sa famille.*

*A mes chers copains de chambre.*

*A mes chers amis : Gialo, Farid, Youcef, Hocine , Idir , Yacine , Faiza , Bi-Fa, Karima ...*

*A mes amis de l'Association Culturelle TIGEJDIT n'AT ZAIM .*

*A toutes mes connaissances durant mon passage à l'université De Bejaïa.*

**HMD ZLK**

# SOMMAIRE

---

<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Chapitre I. Présentation de la zone d'étude</b> .....	5
I.1 Introduction .....	5
I.2 Présentation de la zone d'étude .....	5
I.2.1 Situation géographique .....	5
I.2.2 Secteur Tizi Ighil Ouazoug .....	6
I.2.3 Situation climatique.....	6
I.2.4 Hydrographie.....	9
I.2.5 Situation hydraulique et ressources en eau.....	9
I.2.6 Topographie .....	10
I.3 Conclusion .....	10
<b>Chapitre II. Estimation des besoins en eau</b> .....	12
II.1 Introduction .....	12
II.2 Situation démographique de la zone d'étude .....	12
II.3 Choix du taux d'accroissement .....	12
II.4 Estimation de la population.....	12
II.5 Norme de consommation .....	13
II.6 Estimation des besoins en eau .....	14
II.6.1 Consommation moyenne journalière.....	14
II.6.2 Besoins en eau par catégorie.....	14
II.7 Estimation des besoins des équipements à l'horizon futur .....	15
II.8 Majoration de la consommation moyenne journalière $Q_{maj.j}$ .....	16
II.9 Consommation maximal journalière $Q_{max.j}$ .....	17
II.10 Variation de la consommation horaire .....	17
II.11 Tableau récapitulatif .....	18
II.12 Conclusion.....	18
<b>Chapitre III. Diagnostic physique</b> .....	20
III.1 Introduction .....	20
III.2 Diagnostic physique des équipements .....	20
III.2.1 Station de pompage IHEDDADEN 2 .....	20
III.2.2 Station de reprise Tizi Ighil Ouazoug .....	25
III.3 Réservoirs de stockage Tizi Ighil Ouazoug .....	26
III.3.1 Etat des réservoirs .....	28
III.4 Recommandation.....	31
III.4.1 Recommandation pour la station de pompage d'IHEDDADEN II .....	31
III.4.2 Recommandation pour Réservoir de stockage Tizi Ighil Ouazoug.....	31
III.5 Conclusion.....	33

# SOMMAIRE

---

<b>Chapitre IV. Les réservoirs.....</b>	<b>35</b>
IV.1 Introduction.....	35
IV.2 Rôles d'un réservoir.....	35
IV.3 Classification des réservoirs.....	35
IV.4 Principales fonctions d'un réservoir.....	36
IV.4.1 du point de vue technique.....	37
IV.4.2 du point de vue économique.....	37
IV.5 Exigences techniques.....	37
IV.6 Emplacement des réservoirs.....	37
IV.6.1 Avantage et inconvénient.....	38
IV.7 équipement d'un réservoir.....	38
IV.7.1 Conduite d'adduction.....	38
IV.7.2 Conduite de distribution.....	39
IV.7.3 Conduite du trop-plein.....	39
IV.7.4 Conduite de vidange.....	39
IV.7.5 Conduite BY-PASS.....	40
IV.7.6 Matérialisation de la réserve d'incendie.....	40
IV.7.7 Entretien des réservoirs.....	42
IV.8 Capacités des réservoirs.....	42
IV.8.1 Volume total du réservoir.....	43
IV.8.2 Calcul du diamètre.....	43
IV.8.3 calcul de la hauteur d'incendie.....	43
IV.8.4 calcul de la hauteur d'eau disponible.....	43
IV.8.5 La bache a eau.....	44
IV.9 Dimensionnement des réservoirs.....	44
IV.10. Conclusion.....	46
<b>Chapitre V. Adduction .....</b>	<b>48</b>
V.1 Introduction.....	48
V.2 Aspect théorique.....	48
V.2.1 Types d'adductions.....	48
V.2.2 Choix du tracé.....	49
V.2.3 Choix type de conduit.....	49
V.2.4 Profil en long.....	50
V.2.5 Les équipement du système D'Adduction.....	50
V.3 Aspect pratique.....	53
V.3.1 Description du schéma d'adduction.....	53
V.3.2 Etude technico-économique des conduites.....	54
V.3.3 Etude de l'adduction.....	60
V.4 Conclusion.....	61
<b>Chapitre VI. Les pompes.....</b>	<b>63</b>
VI.1. Introduction.....	63
VI.2. Choix du type de pompe.....	64

## SOMMAIRE

---

VI.3. Classification des pompes.....	64
VI.4. Caractéristiques d'une pompe centrifuge .....	65
VI.5. Caractéristiques hydrauliques des pompes .....	66
VI.5.1 Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.....	66
VI.5.2 Hauteur manométrique totale (Hmt) .....	68
VI.5.3 Le débit (Q) .....	69
VI.5.4 La vitesse de rotation (N) .....	69
VI.5.5 La puissance .....	69
VI.5.6 Le rendement ( $\eta$ ) .....	69
VI.5.7 Le point de fonctionnement d'une pompe.....	70
VI.6. Association des pompes.....	72
VI.6.1 Pompe en parallèle .....	72
VI.6.2 Pompe en série.....	73
VI.7. La cavitation dans les pompes .....	74
VI.7.1. Description du phénomène.....	74
VI.8 Choix du type de pompe pour Station de reprise IHEDDADEN II .....	76
VI.8.1 Caractéristiques de la conduite .....	76
VI.8.2 vérification des équipements existant .....	76
VI.8.3 Caractéristiques de la pompe .....	76
VI.8.4 Les caractéristiques de la pompe de type PM 150/6E .....	77
VI.8.5 Données techniques / Caractéristiques .....	78
VI.8.6 Le point de fonctionnement d'une pompe.....	78
VI.8.7 Ajustement du point de fonctionnement.....	78
VI.9 Equipements d'aspiration .....	80
VI.9.1 Crépine .....	80
VI.9.2 Clapet anti-retour .....	80
VI.9.3 Vanne .....	81
VI.10 Les équipements de refoulement .....	81
VI.10.1 Joint de raccordement .....	81
VI.10.2 Clapet de refoulement .....	81
VI.10.3 Vanne de refoulement .....	81
VI.10.4 Joint de démontage .....	81
VI.8 Conclusion .....	82
<b>Chapitre VII. Distribution .....</b>	<b>84</b>
VII.1 Introduction.....	84
VII.2 Aspect théorique .....	84
VII.2.1. Structure des réseaux .....	84
VII.2.2 Type de réseau de distribution .....	84
VII.2.3 Conception d'un réseau de distribution .....	86
VII.2.4 Choix du tracé .....	86
VII.2.5 Choix de type de matériaux .....	87
VII.2.6 Les équipements du réseau de distribution .....	87

## SOMMAIRE

---

VII.2.7 Quelques figures des Appareils et accessoires .....	89
VII.2.8 Exigences du réseau de distribution .....	90
VII.3 Aspect pratique .....	90
VII.3.1 Description du réseau de distribution .....	90
VII.3.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution .....	91
VII.3.3 Détermination des débits du réseau .....	91
VII.3.4 Dimensionnement du réseau .....	93
VII.3.5 Simulation du réseau .....	96
VII.4 Conclusion .....	100
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>102</b>

# Liste des figures et tableaux

## List des figures

### Chapitre I

<b>Figure I-1.</b> Wilayas frontalier de la wilaya de Bejaia.....	5
<b>Figure I-2.</b> Zone d'étude secteur Tizi Ighil Ouazoug .....	6
<b>Figure I-3.</b> Précipitations en 2021 à Bejaia.....	7
<b>Figure I-4.</b> Températures en 2021 à Bejaia.....	8
<b>Figure I-5.</b> Barrage de Tichy-Haf.....	9

### Chapitre II

<b>Figure II.1.</b> Graphe d'évaluation de la population.....	13
---	----

### Chapitre III

<b>Figure III-1</b> clôture a réalisé.....	21
<b>Figure III-2.</b> Équipements de la chambre de vannes .....	22
<b>Figure III-3.</b> Conduite de trop plein supprimé .....	22
<b>Figure III-4.</b> Accès a la cambre de vannes.....	23
<b>Figure III-5.</b> Mauvaises herbes.....	23
<b>Figure III-6.</b> Etanchéités de toit, pour les deux réservoirs et la chambre de vannes....	24
<b>Figure III-7.</b> Coffrets de commande.....	24
<b>Figure III-8.</b> Station de pompage IHEDDADEN II.....	25
<b>Figure III-9.</b> Schéma d'adduction Iheddaden 2 vers Tizi Ighil Ouazoug.....	25
<b>Figure III-10.</b> Vue de face de l'implantation réservoirs et la chambre de vanne .....	26
<b>Figure III-11.</b> Les deux réservoirs A et B, entre eux la chambre des vannes .....	27
<b>Figure III-12.</b> visibilité des armatures sur le mur du réservoir .....	28
<b>Figure III-13.</b> Étanchéité dégradée .....	29
<b>Figure III-14.</b> Peintures en mauvais état de conservation .....	29
<b>Figure III-15.</b> Dégradation généralisée du béton .....	30
<b>Figure III-16.</b> Fissures sur la chambre des vannes.....	30

### Chapitre IV

<b>Figure IV-1.</b> Classification des réservoirs selon les matériaux de construction.....	35
<b>Figure IV-2.</b> Classification des réservoirs selon leurs emplacements.....	36
<b>Figure IV-3.</b> Conduite d'adduction.....	38
<b>Figure IV-4.</b> Conduite de distribution.....	39
<b>Figure IV-5.</b> Matérialisation de la réserve d'incendie.....	39
<b>Figure IV-6.</b> Système By-pass.....	40
<b>Figure IV-7.</b> Système à deux prises.....	41
<b>Figure IV-8.</b> Système à siphon.....	41
<b>Figure IV-9.</b> Emplacement des réservoirs de Tizi Ighil Ouazoug.....	44

## Liste des figures et tableaux

---

### Chapitre V

<b>Figure V-1.</b> Différents Types d'adduction.....	48
<b>Figure V-2.</b> Robinet vanne à opercule.....	51
<b>Figure V-3.</b> Robinet vanne papillon.....	51
<b>Figure V-4.</b> Ventouse.....	52
<b>Figure V-5.</b> Clapet anti retour.....	52
<b>Figure V-6.</b> Les Butée.....	53
<b>Figure V-7.</b> Schéma d'adduction Iheddaden 2 vers Tizi ighil Ouazoug.....	54

### Chapitre VI

<b>Figure VI-1.</b> Transformation de l'énergie mécanique en énergie hydraulique.....	63
<b>Figure VI-2.</b> Pompe centrifuge à axe horizontale avec vannes d'isolement. ....	63
<b>Figure VI-3.</b> Symbole de la pompe hydraulique. ....	64
<b>Figure VI-4.</b> Schéma d'une pompe centrifuge.....	66
<b>Figure VI-5.</b> Courbe caractéristique hauteur en fonction du débit. ....	67
<b>Figure VI-6.</b> Courbes caractéristiques rendement et puissance en fonction de débit.....	67
<b>Figure VI-7.</b> Courbes caractéristiques de NPSH en fonction de débit.....	67
<b>Figure VI-8.</b> Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.....	68
<b>Figure VI-9.</b> Le point de fonctionnement d'une pompe.....	70
<b>Figure VI-10.</b> Rognage d'une pompe centrifuge.....	71
<b>Figure VI-11.</b> Schémas d'un couplage des deux pompes en parallèle.....	73
<b>Figure VI-12.</b> Schémas d'un couplage des deux pompes en série. ....	73
<b>Figure VI-13.</b> Photo du phénomène de cavitation sur les aubes d'une pompe.....	74
<b>Figure VI-14.</b> Courbe caractéristique de la pompe de la station Sr Iheddaden 2.....	77
<b>Figure VI-15.</b> Crépine inox à bride mobile. ....	80
<b>Figure VI-16.</b> Clapet anti-retour à battant PN10 DN 200.....	81

### Chapitre VII

<b>Figure VII-1.</b> Réseau ramifié.....	85
<b>Figure VII-2.</b> Réseau maillé.....	86
<b>Figure VII-3.</b> Clapet anti-retour.....	89
<b>Figure VII-4.</b> Ventouse.....	89
<b>Figure VII-5.</b> Vanne à opercule.....	89
<b>Figure VII-6.</b> Réducteur de pression en fonte.....	89
<b>Figure VII-7.</b> Pièces spéciales raccordement.....	90
<b>Figure VII-8.</b> Schéma descriptif de la distribution secteur Tizi Ighil Ouazoug.....	91
<b>Figure VII-9.</b> Schéma du réseau après la simulation.....	97

# Liste des figures et tableaux

---

## List des tableaux

### Chapitre I

Tableau I-1. Répartition mensuelle des précipitations .....	7
Tableau I-2. Répartition mensuelle de la température .....	8

### Chapitre II

Tableau II-1. Population actuelle de la zone de l'étude .....	12
Tableau II-2. Evaluation de la population à différents horizons.....	13
Tableau II-3. Norme de consommation domestique.....	13
Tableau II-4. Besoins domestiques en eau de la zone d'étude.....	14
Tableau II-5. Equipements existants.....	14
Tableau II-6. Besoin scolaire.....	15
Tableau II-7. Besoins socioculturels .....	15
Tableau II-8. Besoins commerciaux .....	15
Tableau II-9. Besoins administratifs.....	15
Tableau II-10. Estimation des différents besoins pour l'horizon futur (2052).....	16
Tableau II-11. La consommation moyenne journalière majorée.....	16
Tableau II-12. Consommation maximal journalière.....	17
Tableau II-13. Variation des valeurs de $\beta_{max}$ en fonction de nombre d'habitant. ....	18
Tableau II-14. Les valeurs de $\beta_{max}$ , $K_{max.h}$ et $Q_{max.h}$ pour l'horizon (2052) .....	18
Tableau II.15. Récapitulatif des résultats.....	18

### Chapitre III

Tableau III-1 Donnée générales de réservoir Tizi Ighil Ouazoug.....	27
Tableau III-2. Etat du réservoir A .....	28
Tableau III-3. Etat du réservoir B.....	29
Tableau III-4. Etat de la chambre des vannes .....	30
Tableau III-5. Etat des équipements des Réservoirs .....	31
Tableau III-6. Recommandations pour le réservoir A.....	31
Tableau III-7. Recommandations pour le réservoir B.....	32
Tableau III-8. Recommandations pour les chambres de vannes .....	32
Tableau III-9. Recommandations pour les conduites .....	33
Tableau III-10. Recommandations pour les autres éléments.....	33

### Chapitre IV

Tableau IV-1. Détermination de la capacité de stockage du réservoir Tizi .....	45
--	----

### Chapitre V

Tableau V-1. Les périodes tarifaires en Algérie. ....	59
Tableau V-2. Calcul des hauteurs manométriques totales du tronçon.....	60
Tableau V-3. Calcul des frais d'exploitation.....	60
Tableau V-4. Calcul des frais d'amortissement .....	61
Tableau V-5. Calcul du Bilan.....	61

## Liste des figures et tableaux

---

### Chapitre VI

**Tableau VI-1.** Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température.....75

### Chapitre VII

**Tableau VII-1.** Résultats du calcul des différents tronçons du réseau.....93

**Tableau VII-2.** Etat des conduites du réseau.....97

**Tableau VII-3.** Les pressions et les charges au niveau des nœuds du réseau.....99

# Liste des symboles et abréviations

---

## List des symboles

- A**: Amortissement annuel.
- AEP**: Alimentation En Eau Potable.
- APC** : Assemblée Populaire Communale.
- $\alpha$** : Célérité de l'onde (m/s).
- B** : Valeur du coup de bélier (m).
- BL** : Bilan (DA).
- C°** : Degré Celsius.
- Cp**: Côte de l'axe de la pompe (m).
- CPamont** : Côte piézométrique du nœud amont (m).
- CPaval**: Côte piézométrique du nœud aval (m).
- CR** : Cote Radier (m).
- CS** : Coefficient de Sécurité (%).
- CTNaval** : Côte du terrain naturel du nœud aval (m).
- CTP** : Cote Trop Plein (m).
- D** : Diamètre de la conduite en (m).
- Dext** : Diamètre extérieur de la conduite (m).
- Dint**: Diamètre intérieur de la conduite (m).
- Dmax** : Diamètre maximal de la conduite (m).
- Dmin** : Diamètre minimal de la conduite (m).
- DN** : Diamètre Normalisé (m).
- Dr** : Diamètre du réservoir (m).
- D1** : Diamètre donné par Bonnin (m).
- D2** : Diamètre donné par Bress (m).
- E** : Energie consommée par la pompe (Kwh/an).
- EN** : Européen Normalisation.
- e** : Epaisseur de la conduite (mm).
- eu** : Le prix unitaire du Kwh en (DA).
- Fam**: Frais d'amortissement (DA).
- Fexp** : Frais d'exploitation (DA).
- F1** : Forage numéro1.
- g** : Accélération de la pesanteur ( $g=9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- H** : Hauteur manométrique au point désiré (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 (m).
- Ha** : Hauteur d'aspiration en (m).
- Hd** : Valeur minimale de la pression-dépression (m).
- Hg** : Hauteur géométrique (m).
- Hmt** : Hauteur manométrique totale (m).
- Hr** : Hauteur du réservoir (m).
- Hs** : Valeur maximale de la pression-surpression (m).
- H0** : Pression absolue de la conduite (m).
- H1** : Hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (m).

## Liste des symboles et abréviations

---

- h** : Perte de charge engendrée par le vannage (m).
- i** : Taux d'annuité, 8% en Algérie.
- Jasp**: Perte de charge à l'aspiration en (m).
- K** : Rugosité absolue de la conduite.
- Kc** : Coefficient dépendant de la nature de la conduite.
- Kmax.h** : Coefficient de variation maximale horaire.
- Kmax.j** : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération.
- Kmin.h** : Coefficient de variation minimale horaire.
- Kmin.j** : Coefficient d'irrégularité minimal.
- L** : Longueur de la conduite en (m).
- Li j** : Longueur du tronçon (i - j) en (m).
- m** : Coefficient de majoration prenant en compte les pertes imprévisibles dans le réseau selon le niveau d'entretien.
- m'**: Coefficient de rognage.
- N** : Vitesse de rotation (tr/min).
- N'** : Nouvelle vitesse de rotation (tr/min).
- Ni** : Nombre d'habitants.
- NPSHd** : Charge nette disponible à l'aspiration (m).
- NPSHr** : Charge nette requise à l'aspiration de la pompe pour un fonctionnement sans cavitation donnée par le constructeur (m).
- n** : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.
- ni** : Nombre d'année d'amortissement (ni= 30 ans).
- ONS** : Office National de la Santé.
- P** : Précipitation.
- Pa** : Puissance absorbée par la pompe (KW).
- P'a**: Nouvelle puissance absorbée par la pompe(KW).
- Patm** : Pression atmosphérique au niveau de la mer, qui est de 10.33 m.
- Paval** : Pression au sol du noeud aval (m).
- Pg** : Plus grand pourcentage horaire du régime de la variation de la consommation (%).
- Pmax(%)** : Résidu maximal dans le réservoir en (%).
- Pn** : Population prévisionnelle à l'horizon 2052.
- Pu** : Prix du mètre linéaire de la conduite (DA/ml).
- Po** : Population de l'année de référence 2022.
- P0**: Pression en mètre de colonne d'eau au point d'aspiration (m).
- PDAU** : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.
- PE** : Polyéthylène.
- PEHD** : Polyéthylène Haute Densité.
- PMA** : Pression Maximale Admissible.
- PN** : Pression Nominale.
- PNS** : Pression Nominale de Service.
- PVC**: Poly Chlorure de Vinyle.
- Q** : Débit véhiculé dans la conduite (m<sup>3</sup>/s).
- Qc** : La somme des débits localisés au nœud considéré (l/s).
- Qdom,actuel** : Besoins domestiques en 2022 (m<sup>3</sup>/j).

## Liste des symboles et abréviations

---

- Qdom,futur** : Besoins domestiques en 2052 (m<sup>3</sup>/j).
- Qéquip,actuel** : Besoins d'équipements en 2022 (m<sup>3</sup>/j).
- Qéquip,futur** : Besoins d'équipements en 2052 (m<sup>3</sup>/j).
- Qf2** : Débit du forage numéro 2.
- Qmajoré.j** : Débit majoré journalier (m<sup>3</sup>/j).
- Qmax.h** : Débit maximum horaire (m<sup>3</sup>/h). **Qmax.j** : Débit maximum journalier (m<sup>3</sup>/j).
- Qmin.h** : Débit minimum horaire (m<sup>3</sup>/h).
- Qmin.j** : Débit minimum journalier (m<sup>3</sup>/j).
- Qmoy.h** : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h).
- Qmoy.j** : Consommation moyenne journalière des habitants (m<sup>3</sup> /j).
- Qn** : Débit au nœud (l/s).
- Qp** : Débit de pointe (m<sup>3</sup>/h).
- Qr** : Débit de route (l/s).
- Qs** : Débit spécifique (l/s.m).
- Q1** : Débit correspondant au point de fonctionnement (m<sup>3</sup>/s).
- q** : Dotation moyenne journalière (l/j/hab).
- R** : Réservoir.
- Re** : Nombre de Reynolds.
- R+max** : Résidu maximum positif.
- R- min** : Résidu maximum négatif.
- RGPH** : Recensement Globale de la Population et de l'Habitat.
- r** : Coefficient de rognage.
- SR** : Station de reprise.
- Sr** : Surface du réservoir (m<sup>2</sup>).
- T** : Taux d'accroissement de la population (T=1 %).
- T'** : Temps d'arrêt de pompage (h).
- Tf** : Temps de fermeture de la vanne (s).
- Tv** : Pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.
- T°** : Température de l'eau en degré.
- T°moy** : Température moyenne.
- tp** : Temps de pompage par jour (tp=20h).
- t'p** : Nouveau temps de pompage (h).
- U.A.1** : Unité d'Aménagement numéro 1.
- V** : Vitesse de l'écoulement dans la conduite (m/s).
- Ve** : Volume d'eau entrant dans le réservoir (m<sup>3</sup>).
- Vinc** : Volume d'incendie (Vinc = 120 m<sup>3</sup>).
- Vmax** : Vitesse maximale de l'écoulement qui est de 2 m/s.
- Vmin** : Vitesse minimale de l'écoulement qui est de 0.5 m/s.
- Vn** : Volume normalisé du réservoir (m<sup>3</sup>).
- Vr** : Volume de régularisation du réservoir (m<sup>3</sup>).
- VSR** : Volume de la bache à eau de la station de reprise (m<sup>3</sup>).
- VSRn** : Volume normalisé de la bache à eau de la station de reprise (m<sup>3</sup>).
- VT** : Volume total du réservoir en (m<sup>3</sup>).
- V0** : Vitesse de l'eau dans la conduite en régime permanent initial (m/s).

## Liste des symboles et abréviations

---

**$\alpha_{max}$**  : Coefficient qui tient compte du confort et des équipements de l'agglomération.

**$\alpha_{min}$**  : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail.

**$\beta_{max}$**  : Coefficient qui varie en fonction du nombre d'habitant.

**$\beta_{min}$**  : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

**$\eta$**  : Rendement de la station de reprise (%).

**$\nu$**  : Viscosité cinématique de l'eau (m<sup>2</sup>/s).

**$\lambda$**  : Coefficient de frottement de Darcy.

**$\xi$**  : Coefficient d'ouverture de la vanne.

**$\delta$**  : Altitude du plan d'aspiration en (m).

**$\rho$**  : La masse volumique (Kg/m<sup>3</sup>).

**$\theta$**  : Angle de la vanne.

**$\Delta H_t$**  : Perte de charge totale (m).

**$\Delta H_v$**  : Pertes de charge créées par la vanne (m).

**$\Delta H_L$**  : Pertes de charge linéaires (m).

**$\Delta H_S$**  : Pertes de charge singulières (m).

# **Introduction générale**

## Introduction générale

---

Le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau. Cette eau doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilité et à une pression et en quantité suffisante.

L'eau potable est transportée dans des canalisations généralement enterrées. Elles sont en fonte grise ou ductile, en amiante-ciment, en PVC, etc. Avec le temps les canalisations commencent à vieillir, les performances hydrauliques diminuent et la qualité de l'eau se dégrade, les pertes d'eau et les casses augmentent. Les casses peuvent provoquer des dégâts spectaculaires et sont généralement enregistrées dans des bases de données. Leur augmentation est un bon critère de vieillissement, liée aux caractéristiques des canalisations et de leurs environnements.

Le vieillissement des réseaux urbains d'eau potable constitue depuis plusieurs années une préoccupation majeure des gestionnaires publics et privés. Les réseaux d'eau potable constituent une partie du patrimoine urbain qui s'inscrit dans un processus de longue durée. Par conséquent le renouvellement devrait se rattacher à des considérations liées au vieillissement, en d'autres termes à la dégradation dans le temps de leurs caractéristiques d'origines.

Mettre à niveau l'état et le fonctionnement des réseaux d'eau potable demande des gestionnaires qu'ils interviennent face au vieillissement :

- En rénovant des conduites existantes ;
- En remplaçant certaines par des nouvelles ;
- En installant des nouvelles conduites.

Cela pour satisfaire la demande des nouveaux consommateurs ou pour renforcer la fiabilité d'un réseau.

La maintenance et la réhabilitation des réseaux deviennent indispensables. Nous nous trouvons donc devant une problématique de gestion technique dont les enjeux sont très variés, ils peuvent être d'ordre économique, social, ou et environnemental. Par exemple : le coût de réhabilitation, l'interruption du service et la sensibilité à cette interruption, les fuites, la qualité de l'eau.

La gestion des réseaux implique deux problématiques :

- La construction d'une stratégie de réhabilitation à long terme : il s'agit de prévoir l'évolution l'état et les performances d'un réseau, puis de construire et évaluer les stratégies d'action ;
- La construction des programmes annuels ou pluriannuels de réhabilitation : il s'agit de hiérarchiser les tronçons pour sélectionner les tronçons prioritaires à réhabiliter compte tenu de la stratégie et des budgets effectivement disponibles.

## Introduction générale

---

Le réseau de la ville de Bejaïa (Tizi Ighil Ouazoug) présente un problème de manque d'eau Potable qui est dû essentiellement à :

- Une conception qui ne répond plus aux besoins en eau des habitants.
- La vétusté et la corrosion avancée de certains tronçons des conduites.
- Le volume d'eau qui arrive aux consommateurs est loin des besoins existants, à Cause des pertes de charges, des fuites et du manque d'entretien au niveau des Stations de pompage.

Notre travail consiste donc à faire une étude de réhabilitation du réseau de Tizi Ighil Ouazoug de la ville de Bejaia, visant à améliorer son fonctionnement et à assurer une meilleure satisfaction en eau potable de la zone d'étude.

Les deux premiers chapitres seront consacrés à la présentation du site et estimation des besoins actuels et à l'horizon pour le secteur Tizi Ighil Ouazoug ville de Bejaia.

Ensuite, nous passerons au chapitre trois qui constitue un diagnostic physique du Réseau de la ville objet de notre étude.

Ainsi dans le quatrième chapitre nous dimensionnerons les réservoirs et comparer leur capacité avec celle des réservoirs existants et de projeter si nécessaire d'autres réservoirs pour une meilleure satisfaction.

Puis, nous entamerons le cinquième chapitre qui est consacré au dimensionnement des conduites d'adduction de l'acheminement de l'eau depuis la source jusqu'aux différents points de stockage.

Le sixième chapitre portera sur le choix des pompes à partir du catalogue numérique CAPRARI.

Le dernier chapitre portera sur un cas de distribution en eau potable pour le secteur Tizi Ighil Ouazoug en utilisant logiciel EPANET.

Finalement, on terminera par une conclusion générale.

# **CHAPITRE I**

## **Présentation de la zone d'étude**

## I.1 Introduction :

Pour but d'alimenté une zone ou une région quelconque nous avons besoin d'identifier ses propres caractéristiques détaillées, géographiques, topographiques, climatiques ... et qui influencent directement la nature et la qualité des besoins en eau à satisfaire.

Dans ce chapitre, nous allons étudier la ville de Bejaia secteur Tizi Ighil Ouazoug, aussi une étude détaillée sur son réseau d'alimentation en eau potable.

## I.2 Présentation de la zone d'étude :

### I.2.1 Situation géographique :

La vile de Bejaïa est une commune algérienne situé en bordure de la mer Méditerranée, à 231 Km à l'est d'Alger. Elle est le chef-lieu de la wilaya de Bejaia et la daïra de Bejaia. Elle se situé dans la vallée de l'oued Soummam. [1]

Elle est délimitée :

- À l'ouest par les wilayas de Tizi-Ouzou et Bouira.
- Au sud par les wilayas de Bouira et Bordj-Bou-Argeridj.
- À l'est par les wilayas de Sétif et Jijel.
- Au nord par la mer Méditerranée.

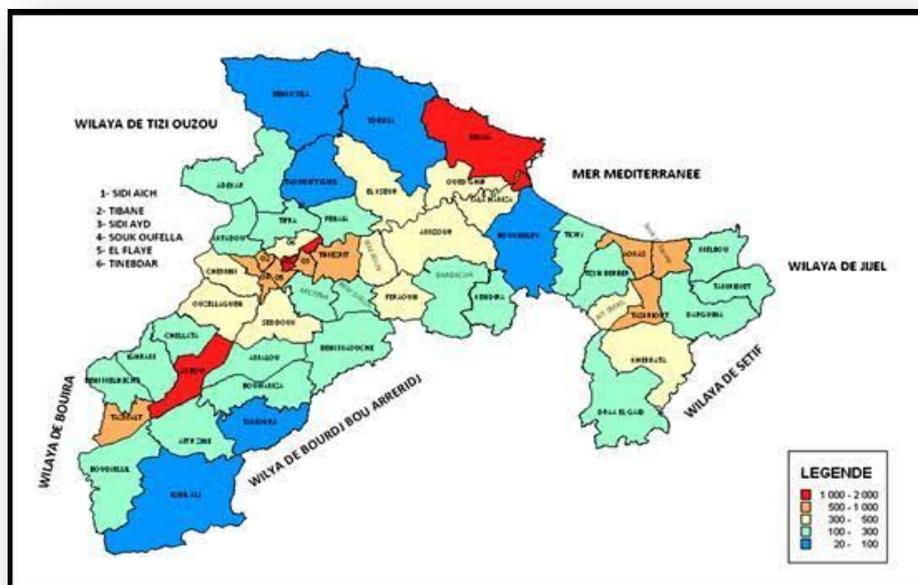


Figure I-1. Wilayas frontalières de la wilaya de Bejaia.

## I.2.2 Secteur Tizi Ighil Ouazoug :

Le secteur de Tizi Ighil Ouazoug est localisé dans la périphérie sud-ouest de la ville de Bejaïa. Le nombre d'habitant de ce secteur est estimé à environ **8958 habitants** en **2008** selon le RGPH de la commune de Bejaia.



Figure I-2. Zone d'étude secteur Tizi Ighil Ouazoug

## I.2.3 Situation climatique :

Ighil Ouazoug a les caractéristiques générales du climat méditerranéen avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et ensoleillés.

Bien que l'hiver soit doux, de temps en temps il peut y avoir des irrutions d'air froid du nord.

Tout au long de l'année, la température peut connaitre des augmentations soudaines lorsque le vent souffle du désert.

Les températures moyennes :

- Du mois le plus froid (Janvier) est de 5 °C.
- Du mois le plus chaud (aout) est de 40 °C.

Les températures minimales varient entre 3 et 12 °C au mois de janvier tandis que les températures maximales dépassent 35°C au mois d'aout.

Les précipitations totalisent 750mm par an.

## I.2.3.1 Précipitations :

Les précipitations de l'année 2021 concernant la zone d'étude de Tizi Ighil Ouazoug se résume dans le tableau suivant :

	Janv . 2021	Fev. 2021	Mar. 202	Avr. 2021	Mai. 2021	Jui. 2021	Juil. 2021	Aou. 2021	Sept. 2021	Oct. 2021	Nov. 2021	Dec. 2021	Année complète
<b>Cumul Précips</b>	63.9	13.8	78.4	99	29	5.4	4	0.6	16.4	56.0	188.8	51.0	606.3
<b>Max en 24h de Précips</b>	14.0 Le 25	8.0 Le 22	25.0 Le20	51.0 Le 16	14.0 Le 6	5.0 Le 4	4.0 Le 7	0.4 Le 25	10.0 Le21	22.0 Le 23	54.0 Le 17	18.0 Le 2	54.0 17 nov
<b>Max en 5 j de précips</b>	21.6	8.6	63.0	85.4	27.5	5.2	4.0	0.4	12.3	26.4	77.0	30.0	85.4 avril
<b>Moyenne ≥1 de Précips</b>	6.9	2.6	8.6	16.3	9.0	5.0	4.0	/	5.3	9.2	10.4	5.7	7.5

Tableau I-1. Répartition mensuelle des précipitations [2]

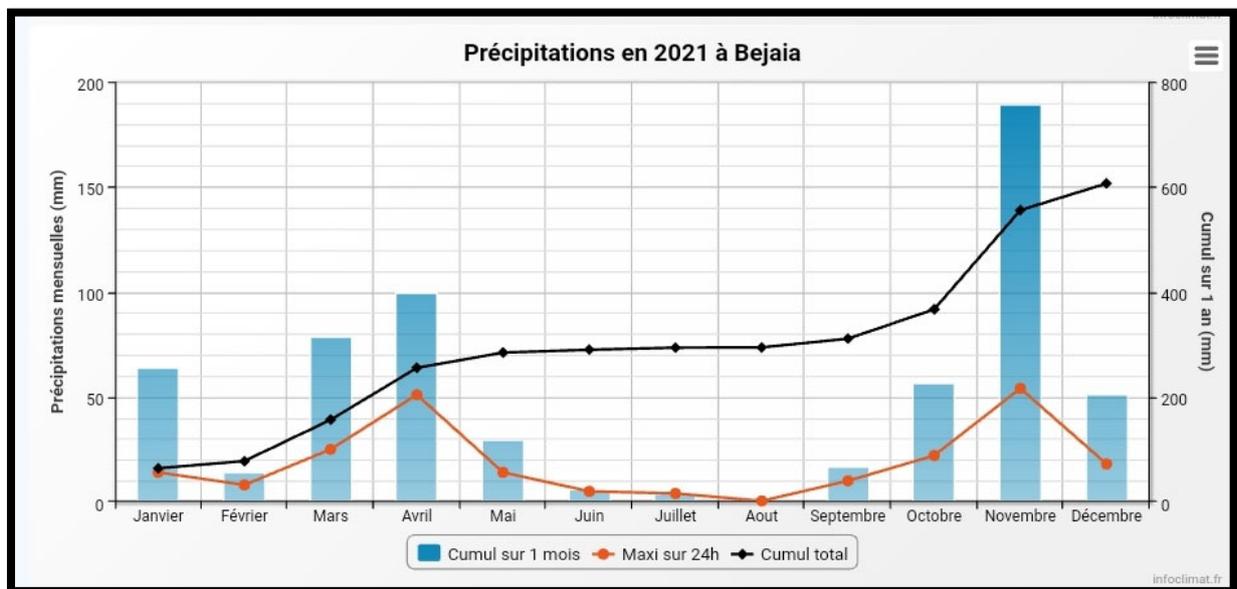


Figure I-3. Précipitations en 2021 à Bejaia.

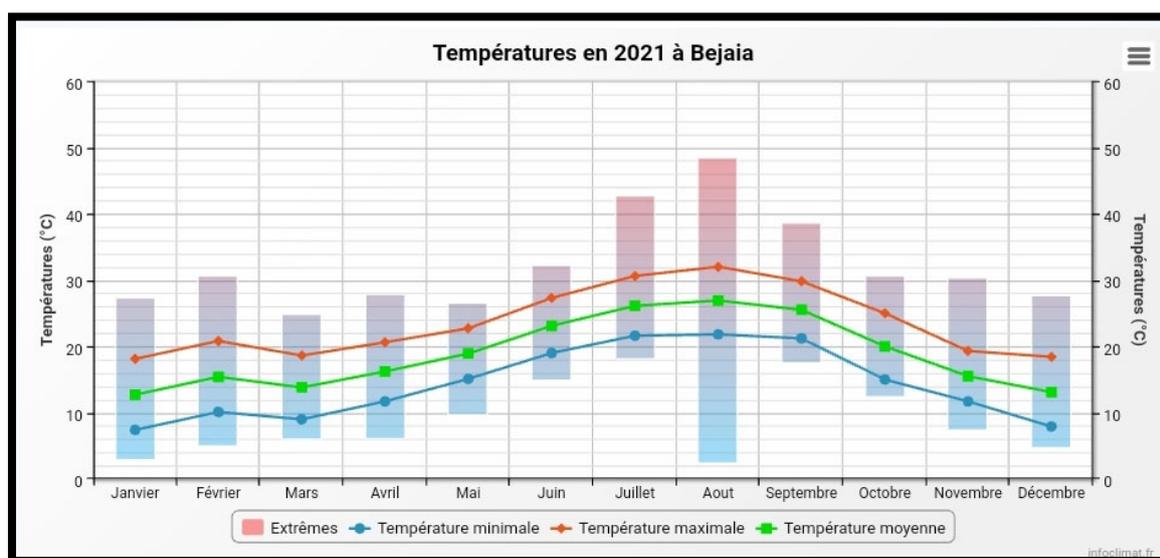
## I.2.3.2 Température :

Le climat est chaud et tempéré. L'été, à Bejaïa, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver.

La variation mensuelle de la température de la zone étudiée de l'année 2021 est représentée dans le tableau ci-dessous :

	Jan. 2021	Fév. 2021	Mar. 2021	Avr. 2021	Mai. 2021	Jui. 2021	Juil. 2021	Août. 2021	Sept. 2021	Oct. 2021	Nov. 2021	Déc. 2021	Année complète
<b>Tempé. Maxi extrême</b>	27.3 le 29	30.6 le 6	24.8 le 26	27.8 le 1	26.5 le 16	32.2 le 17	42.7 le 24	48.4 le 10	38.6 le 8	30.6 le 31	30.3 le 1	27.6 le 29	<b>48.4 le 10 août</b>
<b>Tempé. Maxi moyenne</b>	18.1	20.8	18.6	20.6	22.7	27.3	30.6	32.0	29.8	25.0	19.3	18.4	<b>23.6</b>
<b>Tempé. Moy moyennes</b>	12.7	15.4	13.8	16.2	18.9	23.1	26.1	26.9	25.5	20.0	15.5	13.1	<b>18.9</b>
<b>Tempé. Min moyennes</b>	7.4	10.1	9.0	11.7	15.1	19.0	21.6	21.8	21.2	15.0	11.7	7.9	<b>14.3</b>
<b>Tempé. Min extrême</b>	2.9 le 13	5.0 le 16	6.0 le 16	6.1 le 19	9.7 le 12	14.9 le 10	18.1 le 18	2.4 le 24	17.5 le 13	12.4 le 19	7.4 le 29	4.7 le 17	<b>2.4 le 24 août</b>
<b>Tempé. Maxi minimale</b>	11.7	13.9	12.2	15.8	18.9	23.4	27.3	28.7	26.7	21.9	13.5	13.8	<b>11.7</b>
<b>Tempé. Mini maximale</b>	12.6	17.2	12.4	18.3	20.1	23.2	27.1	25.8	25.1	19.1	19.9	13.1	<b>27.1</b>

**Tableau I-2.** Répartition mensuelle de la température [2]



**Figure I-4.** Températures en 2021 à Bejaia.

## I.2.4 Hydrographie :

Comme elle est une zone côtière plutôt humide, la wilaya de Bejaïa est traversée par un réseau hydrographique de quatre fleuves importants collectant les eaux superficielles de ruissellement vers la mer.

- l'Oued Soummam: **90** km
- l'Oued Agrioun: **80** km
- l'Oued Djemaa: **46** km
- l'Oued Dass: **30** km

## I.2.5 Situation hydraulique et ressources en eau :

Le secteur Tizi Ighil Ouazoug est une partie de la wilaya de Bejaïa qui est alimentée à partir de barrage de Tichy-Haf localité AKBOU .



**Figure I-5.** Barrage de Tichy-Haf.

### I.2.5.1 Localisation du barrage :

Le barrage de Tichy-Haf est un barrage poids-voûte algérien situé dans le village de «Mahfouda» commune de «Bouhamza» dans la wilaya de Bejaïa dans la région de Kabylie en Algérie.

Sa réalisation a débuté dans la fin des années 1990 par l'entreprise HYDROTCHNIKA, mais elle a connu Beaucoup de retard.

Mis en service en 2009, le barrage de Tichy-Haf produit **47 millions de mètres cubes** par an destiné à l'alimentation en eau potable du couloir AKBOU-Bejaïa et **43 millions de mètres cubes** par an pour l'irrigation.

Le barrage de Tichy-Haf se compose essentiellement de quatre ouvrages, à savoir un barrage-voûte de **90 mètres de hauteur** et d'une capacité de **80 millions de mètres cubes** ; une station de traitement d'une capacité de **120 000 mètres cube** par jour ; une conduite d'eau traitée en **B.P.A.** d'une longueur de **70 KM** et des réservoirs de stockage d'une capacité total de **42 000 m³**. [3]

## **I.2.5.2 Caractéristiques générales du barrage :**

- Type : barrage poids-voûte
- Propriétaire : Société nationale des barrages.
- Volume : 80 millions de m<sup>3</sup>
- Vocation : Eau potable et irrigation
- Longueur : 2 Km
- Superficie : 500 ha
- Hauteur (lit de rivière) : 90m

## **I.2.6 Topographie :**

La ville de Bejaïa est élevée à environ un mètre au-dessus du niveau de la mer. Yemma Gouraya est l'endroit le plus élevée de la ville de Bejaïa avec une altitude de 660 mètres.

## **I.3 Conclusion :**

Durant notre présentation du premier chapitre nous avons déterminé l'ensemble des données nécessaires concernant notre zone d'étude, à savoir la topographie l'hydrographie, ainsi la situation hydraulique. Ses données nous permettent l'élaboration du projet d'alimentation en eau potable de la zone d'étude de Tizi Ighil Ouazoug.

# **CHAPITRE II**

## **Estimation**

### **Des besoins en eau**

### 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 (agent, élève, lit...). Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre, Dans le but d'estimer les besoins de la population à long terme (30 ans) qui représente l'âge de la conduite bien entretenue.

### II.2 Situation démographique de la zone d'étude :

La situation démographique est basée sur les données du recensement RGPH 2008, et les programmes de logements maintenus pour la réalisation.

Selon RGPH 2008 la Populations dans notre zone d'étude Tizi Ighil Ouazoug est estimé a **8958 habitants.** [1,4,5]

### II.3 Choix du taux d'accroissement :

Le choix du taux d'accroissement « T » se fait à la base du développement du tissu urbain ainsi que l'horizon d'étude.

Le taux d'accroissement de la population de la région d'étude est de 1% selon la commune de Bejaïa. [1]

secteur	Population 2008	Taux d'accroissement
Tizi Ighil Ouazoug	8958	1%

Tableau II-1. Population de la zone d'étude

### II.4 Estimation de la population :

Le calcul du nombre d'habitants actuel obéit a la loi de l'accroissement géométrique donné par la forme des intérêts composés est exprimée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 \times (1 + T)^n \quad \text{II.1}$$

Sachant que :

- **P<sub>n</sub>** : population future a à l'horizon considéré ;
- **P<sub>0</sub>** : population de l'année de référence ;
- **T** : taux d'accroissement annuel de la population 1% ;
- **n** : nombre d'année séparant l'année de référence et l'horizon considéré.

En utilisant la formule de la croissance géométrique pour l'estimation de la population à court, moyen et long terme.

Nous obtenons les résultats représentés dans le tableau suivant :

Horizons	RGPH	Actuel	Court terme	Moyen terme	Long terme
	2008	2022	2027	2037	2052
Taux d'accroissement (%)		1	1	1	1
Tizi Ighil Ouazoug	8958	10297	10823	11955	13879

Tableau II-2. Evaluation de la population à différents horizons

Suivant le tableau (II.2), on trace le graphe représentant l'évaluation de la population aux différents horizons dans la figure (II.1) ci-après :

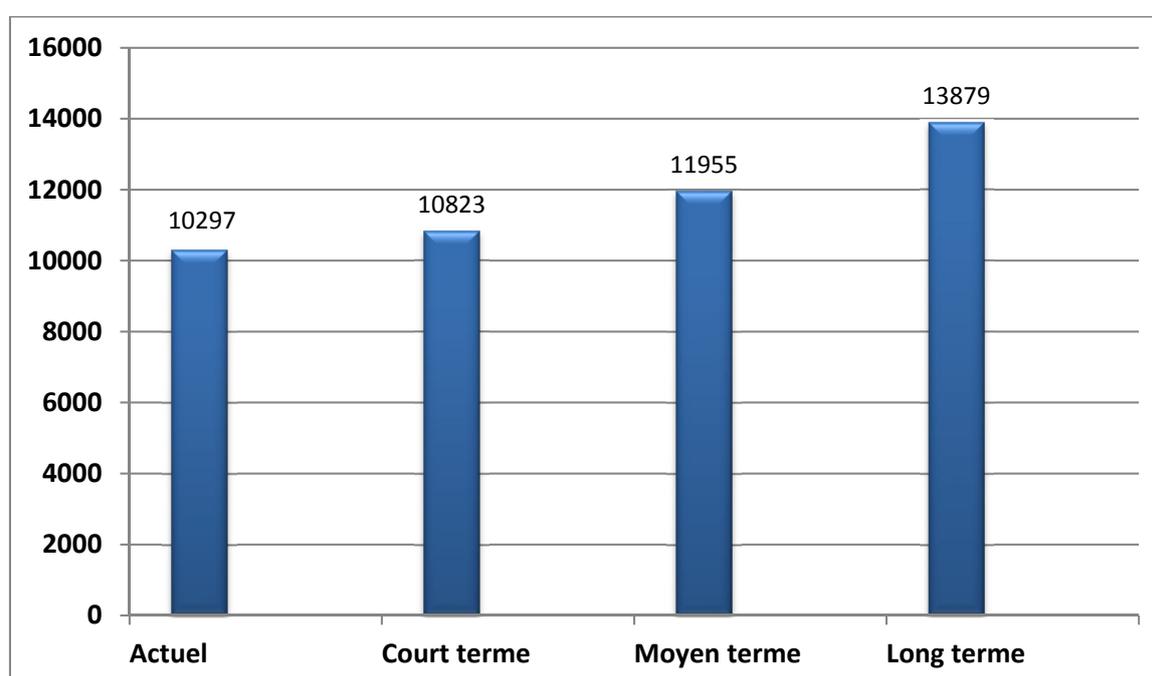


Figure II.1 : graphe d'évaluation de la population

### II.5 Norme de consommation :

La population, les ressources disponibles et les normes d'hygiène déterminent la consommation à adopter. Elle se caractérise par une unité de consommation par jour par habitant.

Nombre d'habitant	Norme de consommation (l/hab/j)
De 5 000 à 20 000	150 à 200
De 20 000 à 100 000	200 à 300
Supérieur à 100 000	300 à 400

Tableau II-3. Norme de consommation domestique [7]

En se basant sur la population de l'horizon voulu, on opte pour une dotation de 150 (l/j/hab).

### II.6 Estimation des besoins en eau :

#### II.6.1 Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est désignée par  $Q_{moyj}$  et calculé par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{N \times D}{1000} \quad \text{II.2}$$

Avec :

- $Q_{moyj}$  : Consommation moyenne journalière en  $m^3/j$  ;
- N : nombre de consommateurs ;
- D : dotation moyenne en  $l/j/cons.$

#### II.6.2 Besoins en eau par catégorie :

##### II.6.2.1 Besoins domestique :

S'agissant de réseaux importants et complexes, nous allons établir les prévisions pour les **30 années** prochaines. Les besoins seront localisés géographiquement et ils seront exprimés en besoin à la production, c'est-à-dire tenir compte du comptage des compteurs des abonnés et des pertes en réseau.

Secteur	Nombres d'habitants		Besoins ( $m^3/j$ )		Besoins (l/s)	
	2022	2052	2022	2052	2022	2052
Tizi Ighil Ouazoug	10297	13879	1544,55	2081,85	1,800	2,410

Tableau II-4. Besoins domestiques en eau de la zone d'étude

##### II.6.2.2 Besoins des équipements :

Au niveau de la zone d'étude, les calculs des besoins en eau des équipements et leurs projetés existants sont représentés dans les tableaux ci-dessous [1,4]

Secteur	Equipement	Nombre d'équipement	Type d'établissement
Tizi Ighil Ouazoug	Scolaire	2	Ecole privé
		2	Primer
		2	C.E.M
		1	Lycée
	Socioculturel	1	Mosquée
	Commerciaux	6	Cafeteria
		7	Restaurant
		4	Salon de coiffeur
Administration	1	Agence postal	

Tableau II-5. Equipements existants

### II.6.2.3 Besoins scolaires :

Les besoins scolaires en eau sont représentés dans le tableau suivant :

	équipements	Nombre d'équipement	Effectif	Dotation (l/j/hab)	Besoin (m3/j)
<b>Scolaire</b>	Ecole privé	2	50/45	15	1.425
	Ecole primaire	2	154/177	15	4.965
	C.E.M	2	650/1350	15	30
	Lycée	1	1200	15	18

**Tableau II-6.** Besoins scolaires

### II.6.2.4 Besoins socioculturels :

Les équipements socioculturels disponibles se limitent aux mosquées, ils sont représentés dans le tableau suivant :

	Equipement	Nombre d'équipement	Nombre de fidèles	Dotation (l/j/hab)	Besoin (m3/j)
<b>Socioculturel</b>	Mosquée	1	200	15	3

**Tableau II-7.** Besoins socioculturels

### II.6.2.5 Besoins commerciaux :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

	Equipement	Nombre d'équipement	Dotation (l/j/hab)	Besoin (m3/j)
<b>Commerciaux</b>	Cafeteria	6	400	2,4
	Restaurant	7	400	2,8
	Salon de Coiffeur	4	600	2,4

**Tableau II-8.** Besoins commerciaux

### II.6.2.6 Besoins administratifs :

Les besoins administratifs en eau sont représentés dans tableau suivante :

	Equipement	Nombre d'équipement	Effectif	Dotation (l/j/hab)	Besoin (m3/j)
<b>Administration</b>	Agence postal	1	7	10	0,07

**Tableau II-9.** Besoins administratifs

## II.7 Estimation des besoins des équipements à l'horizon futur :

Pour estimer les besoins d'équipements en 2051, on fait intervenir le rapport entre les besoins d'équipements et les besoins domestiques en appliquant la formule suivante :

$$\frac{Q_{\text{equip actuel}}}{Q_{\text{dom actuel}}} = \frac{Q_{\text{equip futur}}}{Q_{\text{dom futur}}}$$

II.3

Avec :

- **Qequi actuel** : besoins d'équipements en 2022( $m^3/j$ ) ;
- **Qequi futur**: besoins d'équipements en 2052 ( $m^3/j$ ) ;
- **Qdom actuel** : besoins domestiques en 2022( $m^3/j$ ) ;
- **Qdom futur** : besoins domestiques en 2052( $m^3/j$ ).

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Secteur	Besoins domestiques Qdom ( $m^3/j$ )		Besoins équipements Qequi ( $m^3/j$ )		Qdom+Qequi ( $m^3/j$ )	
	2022	2052	2022	2052	2022	2052
<b>Tizi Ighil Ouazoug</b>	1544,55	2081,85	65.06	87.69	1609.61	2169.54

**Tableau II-10.** Estimation des différents besoins pour l'horizon futur (2052).

### II.8 Majoration de la consommation moyenne journalière $Q_{maj,j}$ :

L'ensemble des fuites sur les adductions et le réseau, varie suivant le type de tuyaux, leur vétusté, la nature de terrain et la qualité de l'entretien. On considère qu'il est difficile de réduire les pertes à moins de 10 % (rapportée à la production) même pour un réseau neuf, et que 15 % des pertes caractérisent un réseau en bon état et très bien entretenu.

C'est au-delà de 20% que l'on doit réagir et accentuer les campagnes anti-fuites (on envisage le renouvellement des conduites). Tenant compte que le réseau existant est vétuste pour compenser les fuites au niveau du réseau de l'adduction, du réseau, on effectue une majoration de 20%, telle que :

$$Q_{maj,j} = 1,2 \times Q_{moy,j} \quad \text{II.4}$$

Avec :

- **$Q_{maj,j}$**  : débit majoré journalier ( $m^3/j$ ) ;
- **$Q_{moy,j}$**  : débit moyen journalier ( $m^3/j$ ).

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Secteur	Qdom+Qequi ( $m^3/j$ )		(Fuite $m^3/J$ )		Qmaj.j ( $m^3/j$ )	
	2022	2052	2022	2052	2022	2052
<b>Tizi Ighil Ouazoug</b>	1609.61	2169.54	321.92	433.91	1931.53	2603.45

**Tableau II-11.** La consommation moyenne journalière majorée.

**II.9 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. Cette consommation représente le débit du jour le plus chargé de l'année, elle se détermine par la formule suivante :

$$Q_{max.j} = K_{max.j} \times Q_{maj.j} \tag{II.5}$$

- $Q_{max.j}$  : 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  $K_{max.j} = 1.2$ .

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Secteur	$Q_{maj.j}$ ( $m^3/j$ )		$Q_{max.j}(m^3/j)$	
	2022	2052	2022	2052
Tizi Ighil Ouazoug	1931.53	2603.45	2317.83	3124.14

Tableau II-12. Consommation maximal journalière.

**II.10 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 :

$$Q_{max.h} = k_{max.h} \times (Q_{max.j})/24 \tag{II.6}$$

Avec :

- $Q_{max.h}$  : débit maximum horaire ( $m^3/h$ ) ;
- $Q_{max.j}$  : débit maximum journalier ( $m^3/j$ ) ;
- $K_{max.h}$  : coefficient de variation horaire.

La valeur de  $K_{max.h}$  dépend de  $\alpha_{max}$  et  $\beta_{max}$  tel que :

$$K_{max.h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \tag{II.7}$$

Avec :

- **$\alpha_{max}$** : coefficient tenant compte du confort et des équipements de l'agglomération, compris entre 1.2 et 1.3, on prend  **$\alpha_{max} = 1.3$**
- **$\beta_{max}$** : coefficient qui varie en fonction du nombre d'habitant représenté dans le tableau ci-dessous:

Nombre d'habitant $\times (10^3)$	<1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	>10 <sup>3</sup>
<b><math>\beta_{max}</math></b>	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.03	1

**Tableau II-13.** Variation des valeurs de  $\beta_{max}$  en fonction de nombre d'habitant.

Selon le **tableau (II.13)** on détermine les valeurs de  **$\beta_{max}$**  et on calcule le  **$K_{max}$** , afin d'estimer les valeurs de  **$Q_{max.h}$**  pour l'horizon futur (2052).

Ces valeurs sont représentées dans le **tableau (II.14)** suivant :

Secteur	Nombre d'habitant	$\alpha_{max}$	$\beta_{max}$	$K_{max}$	$Q_{max.h}$ (m <sup>3</sup> /h)
<b>Tizi Ighil Ouazoug</b>	<b>13879</b>	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>	<b>1.69</b>	<b>219.9</b>

**Tableau II-14.** Les valeurs de  $\beta_{max}$ ,  $K_{max.h}$  et  $Q_{max.h}$  pour l'horizon futur (2052).

### **II.11 Tableau récapitulatif :**

Les résultats trouvés précédemment sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Population	$Q_{moy j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{max j}$ (m <sup>3</sup> /j)
	2052	2052	2052
<b>Tizi Ighil Ouazoug</b>	<b>13879</b>	2603.45	3124.14

**Tableau II-15.** Récapitulatif des résultats

### **II.12 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons estimé les besoins en eau potable du secteur Tizi Ighil Ouazoug en tenant compte des différentes consommations pour pouvoir dimensionner l'ensemble des ouvrages de stockages et de transport d'eau.

Nous avons estimé la population future sur long terme (**30 ans**), est de **13879 habitants** avec un débit maximum journalier est de **3124.14 m<sup>3</sup>/j**.

# **CHAPITRE III**

## **Diagnostic Physique**

### III.1 Introduction :

Ce chapitre de diagnostic physique nous permet d'apprécier l'état qualitatif des ouvrages et les équipements hydrauliques du réseau d'AEP du secteur Tizi Ighil Ouazoug et d'en déduire les opérations d'entretien ou de maintenance à effectuer afin d'obtenir un meilleur fonctionnement et améliorer la performance de ces derniers et avoir une bonne qualité d'eau.

Cette partie est consacrée au diagnostic physique des équipements des stations de pompes (la station de pompage d'IHEDDADEN II (station de reprise)), ouvrages de stockage (les réservoirs de stockage Tizi Ighil Ouazoug).

Le diagnostic des équipements des stations de pompage à l'état actuel a pour objectif de préconiser les recommandations quant aux actions à entreprendre dans l'immédiat. Une deuxième étape consistera après simulation des systèmes d'AEP, de préconiser les actions à entreprendre à long terme en matière d'équipements en vue de la satisfaction des besoins futurs.

Ce présent diagnostic portera pour chaque station ce qui suit :

- Un descriptif sur la station de reprise ;
- L'aspect extérieur de la station ;
- L'aspect intérieur de la station ;
- Chambre de vanne du réservoir ;
- Recommandations ;
- Les solutions adéquates pour les stations.

### III.2 Diagnostic physique des équipements :

#### III.2.1 Station de pompage IHEDDADEN II :

La station de pompage IHEDDADEN II (station de reprise) dispose de deux réservoirs circulaires  $2 \times 1000 \text{ m}^3$  destiné à l'alimentation de la station de reprise de secteur Tizi Ighil Ouazoug et Dar Djebel.

La station d'IHEDDADEN II est alimenté gravitairement à partir de TICHIAF via le réservoir  $10\ 000 \text{ m}^3$  d'IBACHIREN.

Le pompage de la station **d'IHEDDADEN II** se fait en pompage continue, H24 sauf exception, comme lors de notre visite, les pompes étaient complètement à l'arrêt suite à la non disponibilité de l'eau.

### III.2.1.1 Aspect extérieur

C'est un ouvrage situé sur la limite supérieure du quartier Tizi Ighil Ouazoug.

- La station est protégée par une clôture en dur, dont une partie est carrément détruite. Le portail d'entrée est en bon état
- La peinture du mur de clôture est dégradée.
- La station dispose d'un espace appréciable, non entretenu, nécessitant un plan d'aménagement.
- La peinture extérieure des ouvrages (réservoir et station) est en assez bon état.
- L'éclairage extérieur n'existe plus.
- Le poste transformateur de 160 Kva



**Figure III-1.** Clôture a réalisé

### III.2.1.2 Aspect intérieure :

- La peinture intérieure est satisfaisante ;
- L'accès à la chambre de vannes est difficile ;
- La conduite de trop plein supprimée ;
- L'étanchéité est en bon état ;
- Mauvaise herbe qui nécessite un désherbage et nettoyage de la cour ;
- Chambre de vanne sans porte ;
- Les conduites de refoulements en mauvais état.



Figure III-2. Équipements de la chambre de vannes



Figure III-3. Conduite de trop plein supprimé



Figure III-4. Accès à la chambre de vannes



Figure III-5. Mauvaises herbes



Figure III-6. Etanchéités de toit, pour les deux réservoirs et la chambre de vannes

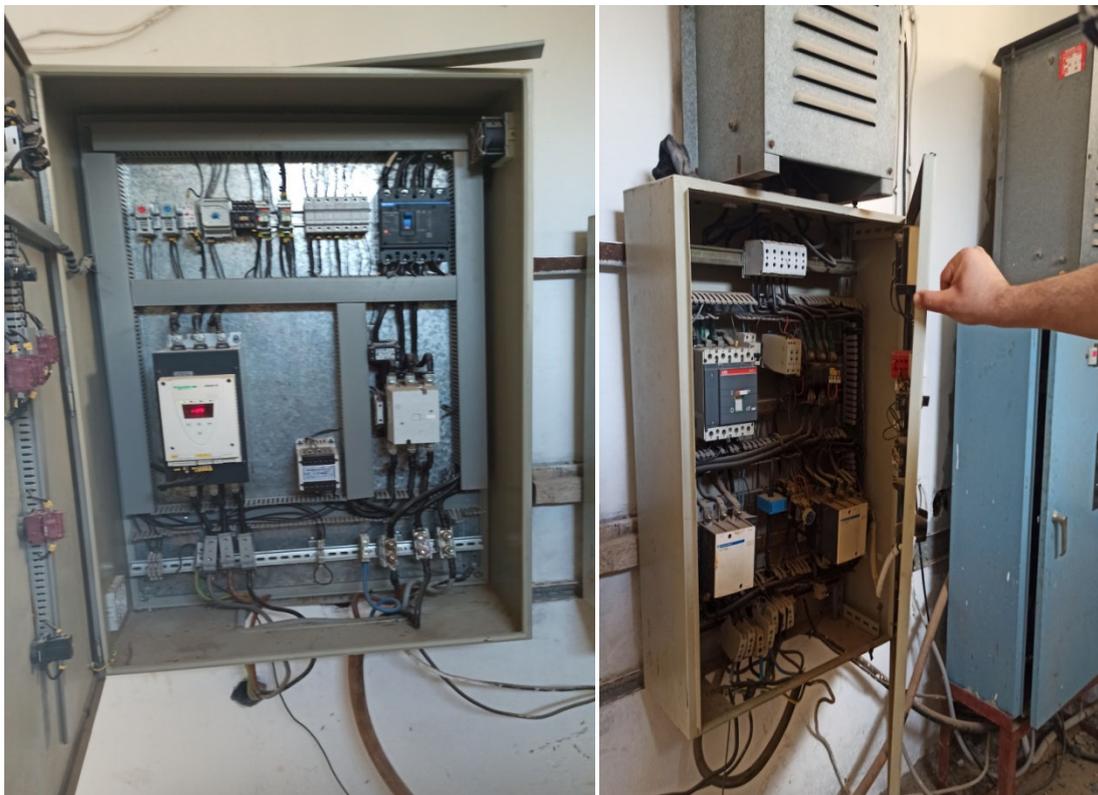


Figure III-7. Coffrets de commande



Figure III-8. Station de pompage IHEDDADEN II

### III.2.2 Station de reprise de Tizi Ighil Ouazoug :

La station de reprise de Tizi Ighil Ouazoug est alimentée par pompage, à partir de la station d'IHEDDADEN II à travers une conduite d'adduction de diamètre  $200 \text{ Ø}$ . La station dispose de deux réservoirs de forme circulaire de capacité de  $2 \times 500 \text{ m}^3$ , qui est destinée à l'alimentation de secteur Tizi Ighil Ouazoug.

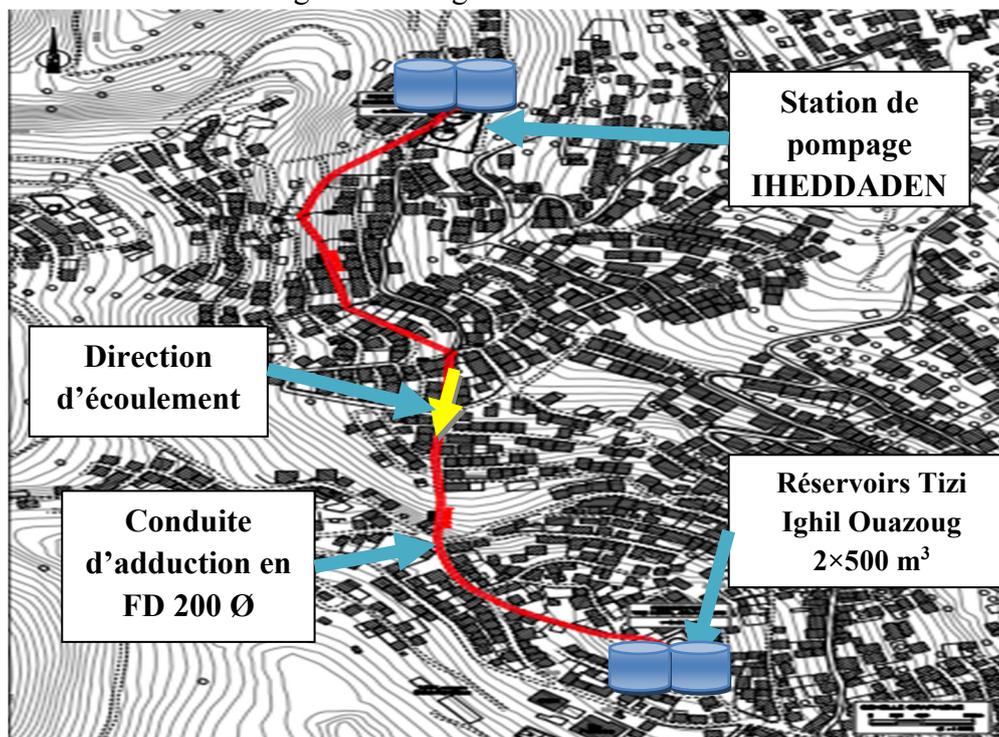


Figure III-9. Schéma d'adduction Iheddaden 2 vers Tizi Ighil Ouazoug

### III.2.2.1 Station de pompage-Ouvrage de stockage.

➤ **Station de pompage :**

Le transfert se fait à partir de la station de pompage d'IHEDDADEN II par une conduite d'adduction par refoulement de diamètre 200 Ø en FD qui alimente les deux réservoirs de capacité 2×500 m<sup>3</sup> sur une longueur de 970m.

➤ **Entre les deux réservoirs de 2×500 m<sup>3</sup> :**

Entre les deux réservoirs se trouve une chambre qui constitue de vannes de sectionnement motorisé, des débitmètres pour chaque conduite de distribution,

➤ **Réseau d'alimentation en eau potable actuel :**

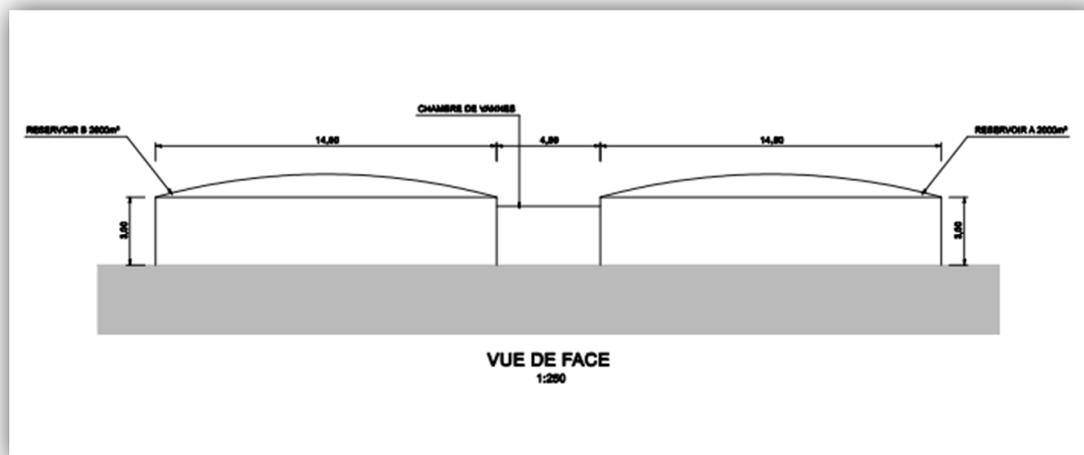
- ✓ Conduites de distributions en PEHD de différents diamètres (110Ø et 125Ø).
- ✓ Une station de reprise.
- ✓ Deux réservoirs destinés au stockage.

➤ **Ouvrage de stockage :**

Le secteur de Tizi Ighil Ouazoug est localisé dans la périphérie sud-ouest de la ville de Bejaïa et alimentera, entre autres, Tizi Ighil Ouazoug et Tala N'Savone. Deux réservoirs qui se situent sur les hauteurs sud-ouest de la ville. Ces deux réservoirs sont alimentés par pompage de la station de pompage d'IHEDDADEN 2.

### III.3 Réservoirs de stockage Tizi Ighil Ouazoug :

➤ **Reportage photographique :**



**Figure III-10.** Vue de face de l'implantation des deux réservoirs et la chambre des vannes



Figure III-11. Les deux réservoirs A et B, entre eux la chambre des vannes

➤ **Données générales :**

<b>Localité</b>	<b>Ighil Ouazoug</b>
<b>Capacité (m<sup>3</sup>)</b>	2x500
<b>Forme géométrique</b>	Les 2 sont circulaires
<b>Nature de l'ouvrage</b>	En béton armé
<b>Côte radié (m)</b>	211
<b>L'accès extérieur</b>	Délicat, à partir de la localité Ighil Ouazoug, sur une piste
<b>Le portail</b>	Mauvais état
<b>La clôture</b>	Mauvaise état
<b>L'accès intérieur</b>	Facile
<b>Eclairage</b>	Sans

Tableau III-1. Donnée générale de réservoir Tizi Ighil Ouazoug

**III.3.1 Etat des réservoirs :**

**A) Etat du réservoir A : 500 m<sup>3</sup>**

Après l’inspection des lieux, le constat fait est indiqué dans le tableau suivant :

		Degré	Signification
<b>RESERVOIR A</b>	<b>Etat du Génie Civil</b>	Degré 2	Moyen état
	<b>Enduit intérieur</b>	Sans	Pas d’enduit sur les murs intérieurs
	<b>Enduit extérieur</b>	Sans	Pas d’enduit sur les murs extérieurs
	<b>Peinture</b>	Degré 3	Mauvais état
	<b>Etanchéité de la toiture</b>	Degré 1	Dégradé

**Tableau III-2.** Etat du réservoir A

➤ **Reportage photographique :**

Dégradation généralisée du béton avec éclatement et armatures visibles dans le réservoir. Il n'existe pas fuites d'eau .



**Figure III-12.** Visibilité des armatures sur le mur du réservoir

L'étanchéité de couverture des ouvrages est complètement dégradée.



Figure III-13. Étanchéité dégradée.

**B) Etat du réservoir B : 500 m<sup>3</sup> :**

Le constat fait sur deuxième réservoir est indiqué dans le tableau suivant :

		Degré	Signification
<b>RESERVOIR B</b>	<b>Etat du Génie Civil</b>	Degré 2	Moyen état
	<b>Enduit intérieur</b>	Sans	Pas d'enduit sur les mûrs intérieurs
	<b>Enduit extérieur</b>	Sans	Pas d'enduit sur les mûrs extérieurs
	<b>Peinture</b>	Degré 3	Mauvais état
	<b>Etanchéité de la toiture</b>	Degré 1	Bon état

Tableau III-3. Etat du réservoir B

➤ **Reportage photographique :**



Figure III-14. Peintures en mauvais état de conservation



Figure III-15. Dégradation généralisée du béton

C) **Etat de la chambre des vannes communes A ET B :**

Le constat fait sur la chambre de vannes est indiqué dans le tableau suivant :

		Degré	Signification
<b>Chambre des vannes</b>	<b>Etat du Génie Civil</b>	Degré 2	Moyen état
	<b>Enduit intérieur</b>	Degré 1	Bon état
	<b>Enduit extérieur</b>	Degré 1	Bon état
	<b>Peinture</b>	Degré 3	Mauvais état
	<b>Etanchéité de la toiture</b>	Degré 1	Bon état

Tableau III-4. Etat de la chambre des vannes

➤ **Reportage photographique :**



Figure III-16. Fissures sur la chambre des vannes

**D) Etat des équipements des réservoirs :**

L'état des conduites entrées sorties est résumé dans le tableau suivant : Les conduites du trop-plein pour les deux réservoirs sont supprimées.

	Type	Diamètre Ø (mm)	Degré	Signification
<b>Conduite d'entrée</b>	Acier	300	Degré 1	Bon état
<b>Conduite de sortie</b>	Acier	1 / 300	Degré 1	Bon état
	Acier	2/300	Degré 1	Bon état
	Acier	3/110	Degré 1	Bon état
<b>Conduite de trop plein</b>	Sans	Sans	Sans	Sans
<b>Conduite de vidange</b>	Acier	100	Degré 1	Bon état

**Tableau III-5.** Etat des équipements des réservoirs

**III.4 Recommandation :**

Après le diagnostic de la situation actuelle des installations nous recommandons des changements afin d'éviter tout danger aux consommateurs.

Ces recommandations sont comme suite :

**III.4.1 Recommandation pour la station de pompage d'IHEDDADEN II :**

- Sécuriser la station en érigeant un mur de clôture en dur et en y installant des projecteurs ;
- Procéder à la rénovation de certaines tuyauteries et de la robinetterie ;
- Réaliser un chemin de câbles pour sécuriser l'installation électrique ;
- Réaliser des escaliers pour faciliter l'accès à la chambre de vannes.

**III.4.2 Recommandations pour Réservoirs de stockage Tizi Ighil Ouazoug :**

➤ **Réservoir A :**

Les recommandations pour le réservoir A sont indiquées dans le tableau suivant :

	Elément	Anomales	Description	recommandations
<b>RESERVOIR A</b>	<b>Génie civil</b>	détérioration	Il y a une détérioration du béton de la face extérieure du voile	Procéder au nettoyage, soufflage de cette fissure, puis la charger avec du béton
	<b>Enduit intérieur</b>	Inexistant	Pas d'enduit intérieur	Mettre l'enduit intérieur
	<b>Enduit extérieur</b>	Inexistant	Pas d'enduit extérieur	Mettre l'enduit extérieur
	<b>peinture</b>		Peinture en mauvais état.	Repeindre le réservoir

**Tableau III-6.** Recommandations pour le réservoir A

### ➤ Réservoir B :

Les recommandations pour le réservoir B sont indiquées dans le tableau suivant :

	Elément	Anomales	Description	recommandations
<b>RESERVOIR B</b>	<b>Génie civil</b>	Détérioration	Même constat que le réservoir A	Procéder au nettoyage, soufflage de cette fissure, puis la charger avec du béton
	<b>Enduit intérieur</b>	Inexistant	Pas d'enduit intérieur	Mettre l'enduit intérieur
	<b>Enduit extérieur</b>	Inexistant	Pas d'enduit extérieur	Mettre l'enduit extérieur
	<b>Peinture</b>		Peinture en mauvais état.	Repeindre le réservoir

**Tableau III-7.** Recommandations pour le réservoir B

### ➤ Chambre de vannes :

Les recommandations pour la chambre des vannes sont indiquées dans le tableau suivant :

	Elément	Anomales	Description	recommandations
<b>Chambres des vannes</b>	<b>Génie civil</b>	Fissure	Fissure verticale le long de la hauteur de la chambre des vannes	Procéder au Piquage, nettoyage, et soufflage de cette fissure, puis l'injectée avec du béton
	<b>Peinture</b>		Peinture en mauvais état	Peindre la chambre des vannes

**Tableau III-8.** Recommandations pour les chambres de vannes

### ➤ Les conduites :

Les recommandations pour les conduites sont indiquées dans le tableau suivant :

	Elément	Anomales	Description	recommandations
<b>Conduite réservoir A</b>	<b>Conduite de trop plein</b>	Supprimée	La conduite a été supprimée	Mettre en place une nouvelle conduite
<b>Conduite réservoir B</b>	<b>Conduite trop plein</b>	Supprimée	La conduite a été supprimée	Mettre en place une nouvelle conduite

**Tableau III-9.** Recommandations pour les conduites

### ➤ Autres :

Les recommandations pour les autres éléments de la station sont indiquées dans le tableau suivant :

	Elément	Anomales	Description	Recommandations
Autres	Eclairage	Inexistant	Pas d'éclairage	Mettre en place l'éclairage
	Portail	Existant	Portail en mauvais état	Replacer ce portail par un nouveau
	Clôture	Existante	Clôture en mauvais état, et fragile	Mettre en place une autre clôture (en grillage comme l'actuelle)

**Tableau III-10.** Recommandations pour les autres éléments

### III.5 Conclusion :

Après avoir terminé le diagnostic du réseau, équipements et ouvrages, nous avons constaté que l'état actuel du réseau d'AEP mérite une réhabilitation pour assurer le bon fonctionnement des installations.

# **CHAPITRE IV**

## **Les réservoirs**

### IV.1 Introduction :

Le réservoir d'alimentation en eau potable est une enceinte de confinement de l'eau permettant son stockage au cours des périodes de faible consommation pour restituer pendant les périodes de fortes consommations.

Dans ce chapitre, nous allons voir les différents types de réservoirs, leurs dimensionnements et le rôle essentiel.

### IV.2 Rôles d'un réservoir :

Les réservoirs servent à stocker temporairement l'eau potable en attendant sa distribution, Leurs principaux rôles sont les suivants : [5]

- Assurer le fonctionnement de la station de pompage.
- Continuité de la distribution pendant l'arrêt du pompage.
- Milieu de traitement en utilisant des réactifs (javel et chlore).
- Assurer la pression dans le réseau de distribution.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Assurer une réserve pour incendie.

### IV.3 Classification des réservoirs :

Les réservoirs peuvent être classés selon :

- Les matériaux de construction :
  - Réservoirs en béton armé
  - Réservoirs métalliques
  - Réservoirs en maçonnerie



**Figure IV-1.** Classification des réservoirs selon les matériaux de construction

- La forme :
  - Circulaires
  - Rectangulaires
  - Carrés
  - De forme quelconque
  
- Le mode de fermeture :
  - Réservoirs ouverts
  - Réservoirs fermés
  
- Leurs emplacements :
  - Réservoirs semi-enterrés
  - Réservoirs enterrés
  - Réservoirs surélevés



**Figure IV-2.** Classification des réservoirs selon leurs emplacements

- L'usage :
  - Réservoir principal d'accumulation et de stockage
  - Réservoir d'équilibre
  - Réservoir de traitement

### **IV.4 Principales fonctions d'un réservoir :**

On peut classer les fonctions principales assurées par les réservoirs selon deux points de vue, soit technique ou économique.

### **IV.4.1 Du point de vue technique :**

Le réservoir assure les fonctions suivantes :

- ✓ La régulation du débit.
- ✓ La sécurité d’approvisionnement.
- ✓ La régulation de la pression.
- ✓ La simplification de l’exploitation.
- ✓ Le rôle d’un réacteur participant au traitement de L’eau.

### **IV.4.2 Du point de vue économique :**

Le réservoir permet la réduction :

- ✓ Des investissements sur les ouvrages de production.
- ✓ Des investissements sur le réseau de distribution.
- ✓ Des dépenses d’énergie.

### **IV.5 Exigences techniques à satisfaire dans la construction d’un réservoir :**

- **La résistance** : le réservoir doit équilibrer les efforts auxquels il est soumis dans toutes ses parties ;
- **L’Etanchéité** : le réservoir doit conserver le volume d’eau qu’il contient sans fuites ;
- **La durabilité** : le réservoir doit durer dans le temps, c’est à dire le matériau dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales après un long contact avec le liquide.

### **IV.6 Emplacement des réservoirs :**

Pour le bien fonctionnement du réservoir on doit se tenir compte des considérations suivantes :

- Il est préférable que l’emplacement puisse permettre une distribution et un remplissage gravitaire pour des raisons économiques ;
- Il est préférable que l’implantation doive être à l’extrémité de la zone à alimenter ;
- L’emplacement du réservoir doit être choisi de telle façon à pouvoir assurer une pression suffisante aux heures de pointes ;
- La cote radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau ;

## IV.6.1 Avantage et inconvénient :

- ❖ Réservoir enterré ou semi-enterré :

Ce système se base sur le principe de l'écoulement gravitaire de l'eau stockée, la différence de hauteur est obtenue par l'exploitation d'une dénivellée naturelle du terrain.

### 1. Avantage :

- ✓ Coûts de consommation plus faibles ;
- ✓ Conservation de la température d'eau constante ;
- ✓ Intégration plus facile dans le paysage ;
- ✓ Capacité de stockage plus grande par rapport au réservoir sur tour.

### 2. Inconvénients :

- ✓ La topographie du site peut conduire à des surcoûts au niveau de la mise en place d'un tel système.

## IV.7 Equipement d'un réservoir :

### IV.7.1 Conduite d'adduction :

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir peut être placée soit au fond de celui-ci soit à la partie supérieure d'où oxygénation de l'eau. À son débouché dans le réservoir, la conduite s'obture quand l'eau atteint son niveau maximum. L'obturation est assurée par un robinet flotteur si l'adduction est gravitaire, par un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

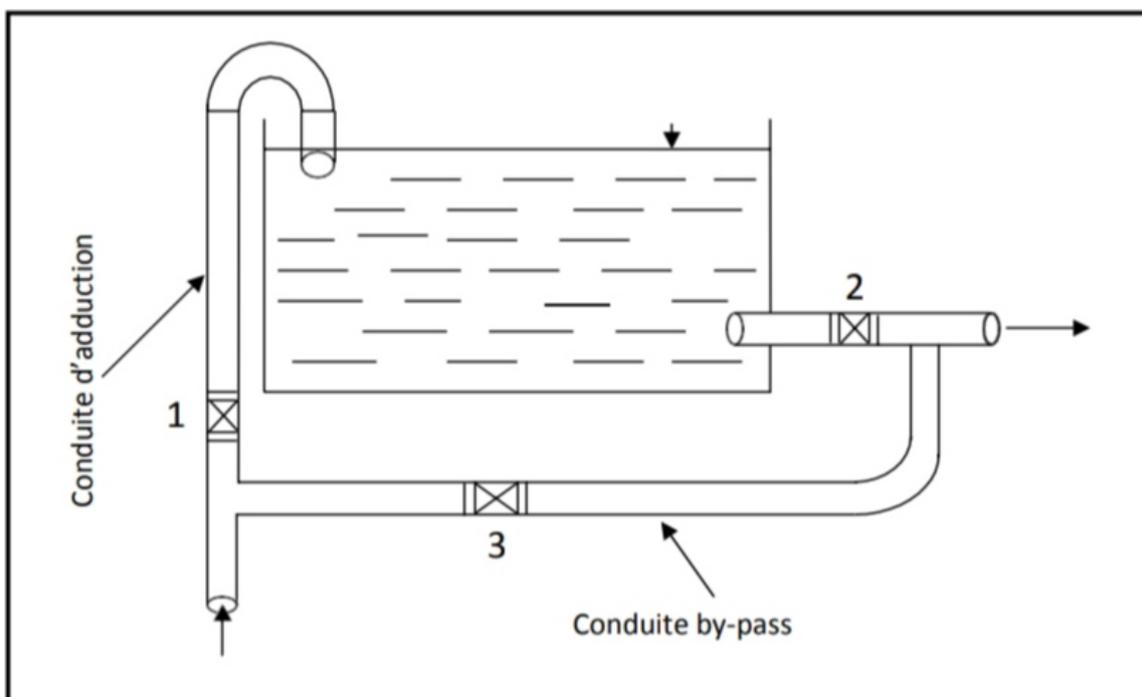


Figure IV-3. Conduite d'adduction.

**IV.7.2 Conduite de distribution :**

Le départ de la conduite s'effectue de 0,2 m au-dessus du radier afin d'éviter l'introduction des boues ou des sables qui éventuellement pourraient se décanter dans la cuve.

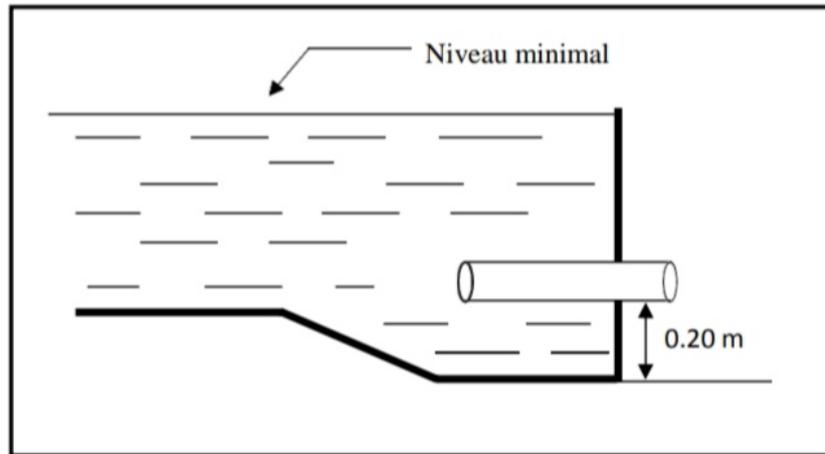


Figure IV-4. Conduite de distribution

**IV.7.3 Conduite de trop plein :**

Le rôle de La conduite de trop plein est d'évacué l'eau qui arrive au réservoir quand il atteint sa limite maximale ou en cas du mauvais fonctionnement de des pompes. L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

**IV.7.4 Conduite de vidange :**

La conduite de vidange se trouvé au point le plus bas de réservoir, elle contient un robinet vanne elle permet le nettoyage du réservoir ainsi que des éventuelles réparations. Elle est généralement raccordée a la conduite de trop-plein. [6]

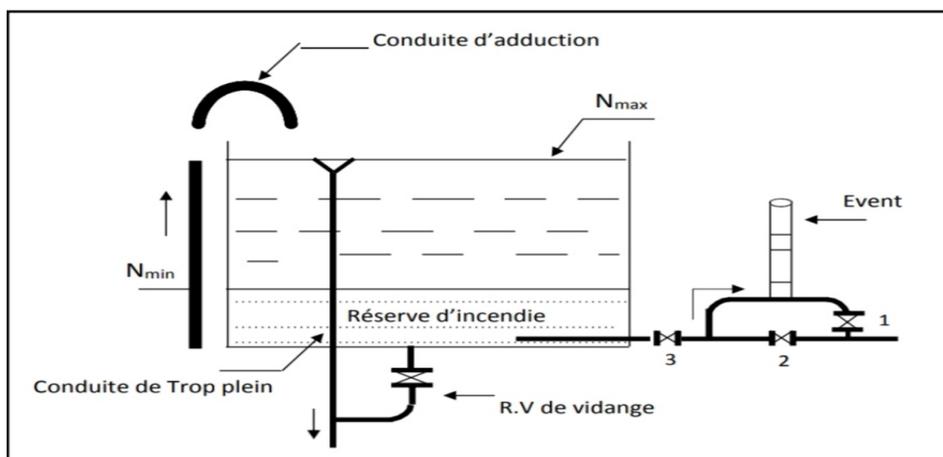


Figure IV-5. Matérialisation de la réserve d'incendie.

**IV.7.5 Conduite by-pass :**

Le by-pass est un dispositif qui reliant la conduite d'adduction d'eau a la conduite de distribution, elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir. [6]

Son fonctionnement :

- Normale : 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé ;
- En by-pass : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

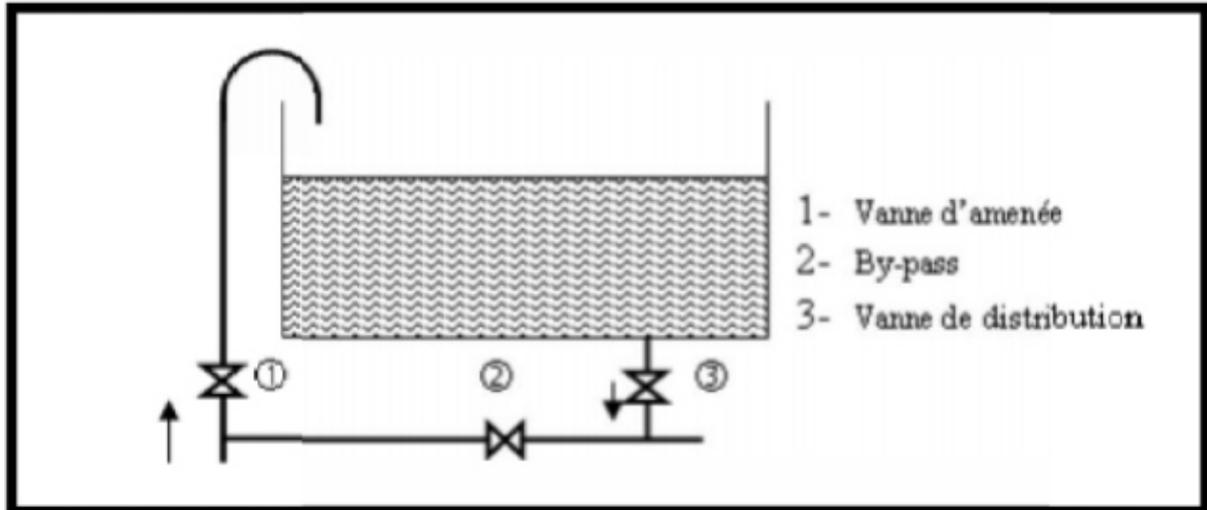


Figure IV-6. Système By-pass

**IV.7.6 Système de matérialisation de la réserve d'incendie :**

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut interdire son utilisation en service normal et la rendre accessible par la manœuvre d'une vanne spéciale en cas de nécessité.

Et pour cela ya deux solution :

➤ **Système à deux prises :**

Ce système sert à distribuer l'eau en régime normal a partir d'une prise d'eau située au-dessus du volume réservé et commandé par une vanne 2.

L'Inconvénient de cette solution est le risque de développement de microorganismes qui peuvent contaminer toute l'eau du réservoir et lui donner un gout désagréable.

- En temps normal, 1 est fermée 2 et ouverte, en cas d'incendie, 1 est ouverte.

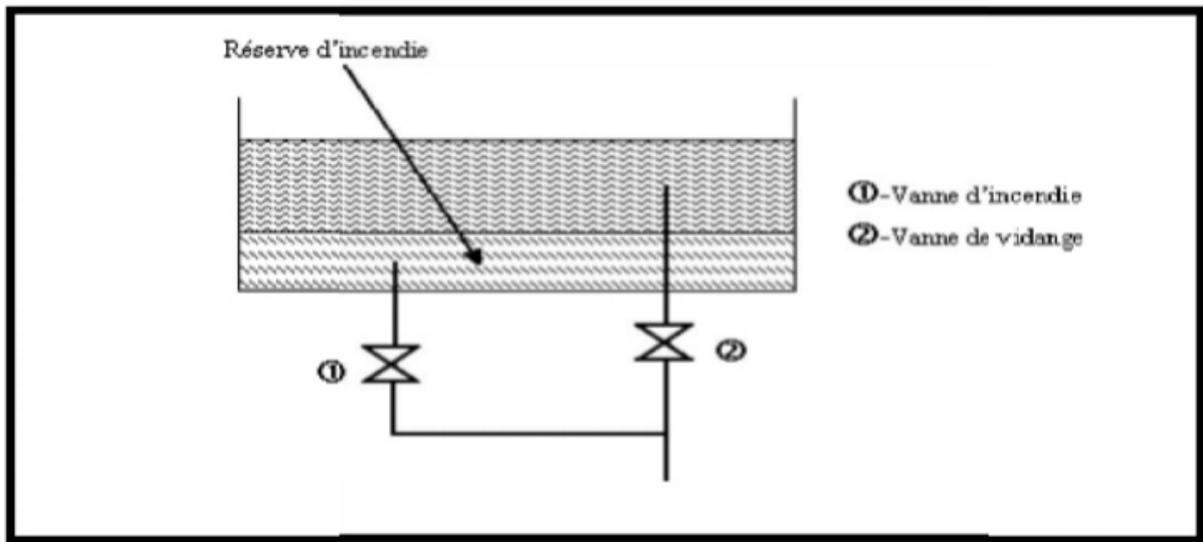


Figure IV-7. Système à deux prises

➤ **Système à siphon :**

Ce système consiste à prélever, l'eau au voisinage du fond du réservoir

Mais en la faisant transiter au service normal par un siphon situé à la coté supérieure de la réserve d'incendie et menu d'un évent qui la désamorce dès que l'eau atteint ce niveau. En cas de sinistre, la vanne 2 court-circuit le siphon et assure la mise en service de la réserve d'incendie, ceci nous donne l'avantage d'évité la stagnation de l'eau.

- En temps normal, 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée, en cas d'incendie il suffit d'ouvrir 1 et 2.

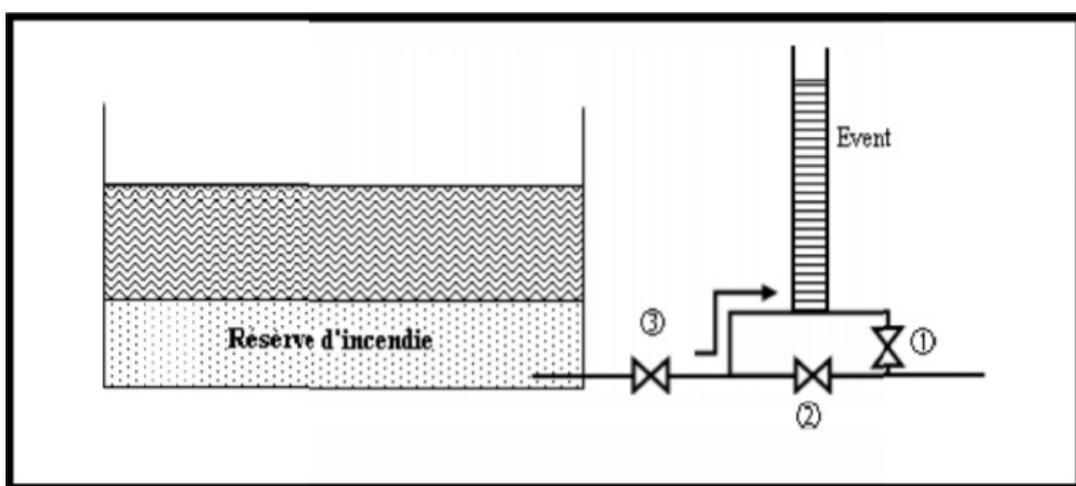


Figure IV-8. Système à siphon

### IV.7.7 Entretien des réservoirs :

Les structures du réservoir doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne les fissures et les phénomènes de corrosions sur les parties métalliques, cela est dû à l'atmosphère humide qui y règne.

Un soin particulier doit être apporté au nettoyage des cuves, on suit les étapes suivantes :

- Isolement et vidange de la cuve ;
- Elimination des dépôts sur les parois ;
- Désinfection à l'aide des produits chlorés ;
- Remise en service.

### IV.8 Capacité du réservoir :

La capacité du réservoir se définit selon les variations du débit entrant et sortant, Elle est calculée pour satisfaire les variations journalières du débit de consommation en tenant compte du jour de la plus forte consommation.

Pour cela nous devons procéder à deux méthodes :

➤ Méthode graphique :

Elle est estimée de la courbe de consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport de débit pompé.

➤ Méthode analytique :

Cette méthode consiste à calculer le résidu dans le réservoir pour chaque heure de la journée en fonction de la différence entre l'apport et la distribution. La différence est reportée dans la colonne des surplus et déficits selon son signe. La valeur maximale trouvée  $P\%$  max sera le pourcentage du volume de stockage suivant cette formule :

$$P_{\max}\% = |R^+ \max| + |R^- \max| \quad \text{IV 1}$$

Avec :

- $R^+ \max$  : Résidu maximal positif (%) ;
- $R^- \max$  : Résidu minimal négatif (%) ;
- $P_{\max}$  : Résidu maximal dans le réservoir.

Le volume de stockage du réservoir est déterminé par cette formule :

$$V_{\max} = \frac{(P_{\max}\% \times Q_{\max.j})}{100} \quad \text{IV 2}$$

Avec :

- **V<sub>max</sub>** : Volume maximale de stockage du réservoir (m<sup>3</sup>) ;
- **P<sub>max</sub>%** : Résidu maximal dans le réservoir ;
- **Q<sub>max .j</sub>** : Débit maximal journalier (m<sup>3</sup>/h).

#### **IV.8.1 Volume total du réservoir :**

Il se calcul en tenant compte de la réserve d'incendie qui est prise égale à **120 m<sup>3</sup>**.

Le volume total se calcule avec cette formule :

$$\mathbf{V_t = V_{max} + V_{incendie}} \quad \text{IV 3}$$

Avec :

- **V<sub>t</sub>** : Volume total du réservoir (m<sup>3</sup>) ;
- **V<sub>max</sub>** : Volume maximale de stockage du réservoir (m<sup>3</sup>) ;
- **V<sub>incendie</sub>** : Volume de la réserve d'incendie (**V<sub>incendie</sub> = 120m<sup>3</sup>**).

#### **IV.8.2 Calcul du diamètre :**

Le diamètre est donné comme suit :

On prend

H = 4 m pour les réservoirs dont le volume est inférieur à 500 m<sup>3</sup> ;

H = 6 m pour les réservoirs supérieurs à 500 m<sup>3</sup>.

$$\mathbf{D = \left( \frac{4 \times V_n}{\pi \times H} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{IV 4}$$

Avec :

- **V<sub>n</sub>** : Capacité normalisée du réservoir (m<sup>3</sup>);
- **H** : Hauteur utile optimale d'eau (m).

#### **IV.8.3 Calcul de la hauteur d'incendie :**

La hauteur d'incendie est donnée comme suit :

On a : **V<sub>inc</sub> = 120 m<sup>3</sup>**

$$\mathbf{H_{inc} = (4 \times V_{inc}) / (\pi \times D^2)} \quad \text{IV 5}$$

#### **IV.8.4 Calcul de la hauteur d'eau disponible (à desservir) :**

La hauteur d'eau disponible est donnée comme suit :

$$\mathbf{H_d = H - H_{inc}} \quad \text{IV 6}$$

### IV.8.5 La bâche à eau :

La station de reprise est un réservoir de petite dimension équipé d'une station de pompage permettant le refoulement d'un point bas vers le point le plus haut, leur dimensionnement sera déterminé selon le temps nécessaire. Pour des stations circulaires, un temps de 10 à 20 minutes. Et pour notre cas on a choisi un temps de 15 min pour maintenir la crépine en charge  $t = 1/4$  h.

Le réservoir d'une station de reprise est dimensionné par la formule suivante :

$$V_{sr} = Q_{max j} \times t \quad IV.7$$

Avec :

- $V_{sr}$  : Volume du réservoir de la station de reprise ( $m^3$ ) ;
- $t$  : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge ;
- $Q_{max j}$  : Débit maximal journalier.

### IV.9 Dimensionnement des réservoirs :

Dans notre zone d'étude Tizi Ighil Ouazoug on a **deux** réservoirs d'une capacité de **2×500 m<sup>3</sup>** type semi-enterrée.

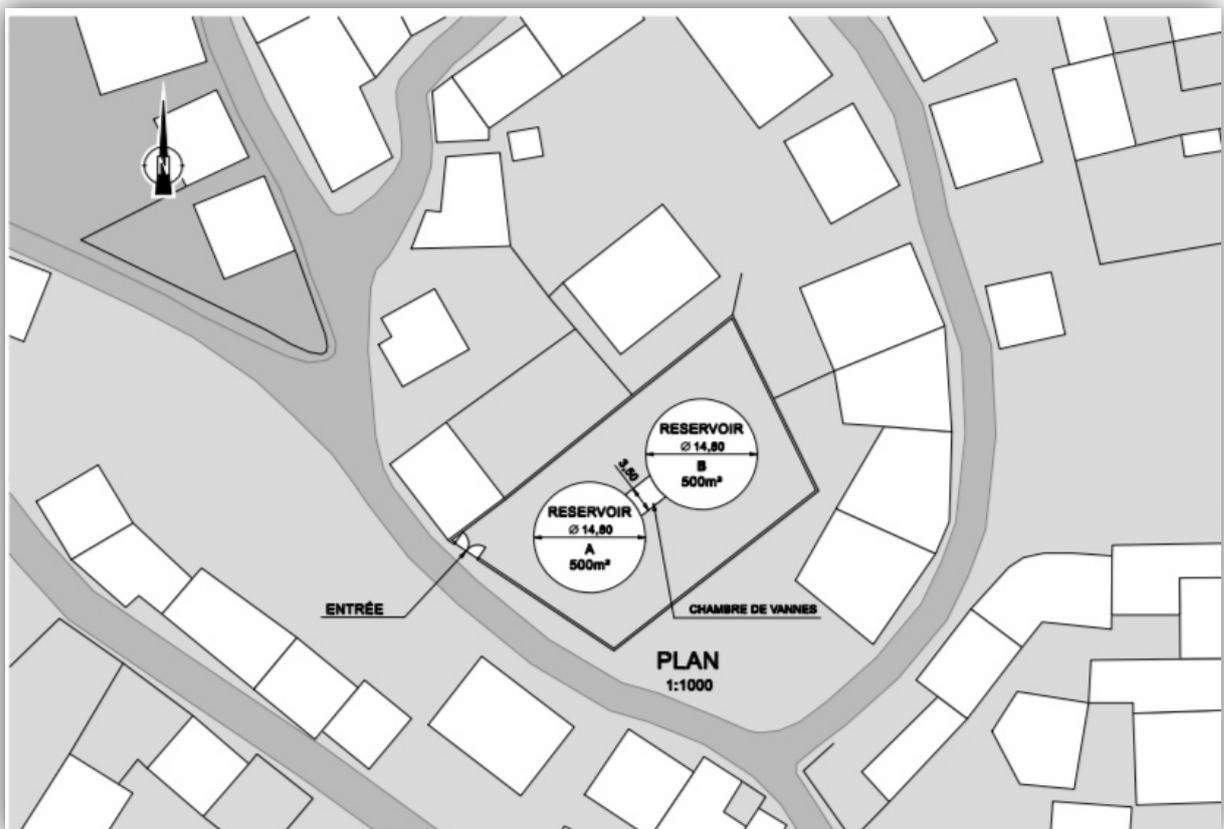


Figure IV-9. Emplacement des réservoirs de Tizi Ighil Ouazoug

Ces réservoirs serviront gravitairement la zone Tizi Ighil Ouazoug d'une population **13879** habitant. Ils sont alimentés à partir du réservoir de la station reprise IHEDDADEN 2, et Avec **3124.14 m<sup>3</sup> /j** besoins journalier.

Alors : **Kmax h = 1.7**

Les résultats du dimensionnement du réservoir sont représentés dans le tableau (III.3) :

Heure	Apport %		Sortie %		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h			
0-1	4.16	130.172	1	31.24	3.16	-	3.16
1-2	4.16	130.172	1	31.24	3.16	-	6.32
2-3	4.16	130.172	1	31.24	3.16	-	9.48
3-4	4.16	130.172	1	31.24	3.16	-	12.64
4-5	4.16	130.172	2	62.48	2.16	-	14.8
5-6	4.16	130.172	3	93.72	1.16	-	<b>15.96</b>
6-7	4.16	130.172	5	156.20	-	-0.84	15.12
7-8	4.16	130.172	6.5	203.06	-	-2.34	12.78
8-9	4.17	130.172	6.5	203.06	-	-2.33	10.45
9-10	4.17	130.172	5.5	171.82	-	-1.33	9.12
10-11	4.17	130.172	4.5	140.58	-	-0.33	8.79
11-12	4.17	130.172	5.5	171.82	-	-1.33	7.46
12-13	4.17	130.172	7	218.68	-	-2.83	4.63
13-14	4.17	130.172	7	218.68	-	-2.83	1.8
14-15	4.17	130.172	5.5	171.82	-	-1.83	-0.03
15-16	4.17	130.172	4.5	140.58	-	-0.33	-0.36
16-17	4.17	130.172	5	156.20	-	-0.83	-1.19
17-18	4.17	130.172	6.5	203.06	-	-2.33	-3.52
18-19	4.17	130.172	6.5	203.06	-	-2.33	-5.85
19-20	4.17	130.172	5	156.20	-	-0.83	-6.68
20-21	4.17	130.172	4.5	140.58	-	-0.33	<b>-7.01</b>
21-22	4.17	130.172	3	93.72	1.17	-	-5.84
22-23	4.17	130.172	2	62.48	2.17	-	-3.17
23-24	4.17	130.172	1	31.24	3.17	-	0
<b>TOTAL</b>	100	3124.14	100		-	-	

**Tableau IV-1.** Détermination de la capacité de stockage du réservoir Tizi Ighil Ouazoug.

D'après le tableau:

$$P_{max} = |15.96| + |-7.01| = 22.97\%$$

Donc : **Pmax = 22.97%**

➤ **Volume de régulation Vr**

$$V_r = (P_{max} \times Q_{max} j) / 100$$

$$V_r = (22.97 \times 3124.14) / 100$$

$$V_r = 717.615 \text{ m}^3.$$

Volume de la régulation est de **717.615 m<sup>3</sup>**.

➤ **Volume total Vtot**

$$\mathbf{V_{tot} = V_r + V_{incendie}}$$

$$\mathbf{V_{tot} = 717.615 + 120}$$

$$\mathbf{V_{tot} = 837.615 \text{ m}^3.}$$

Volume normalisé est de **837.615 m<sup>3</sup>**.

**IV.10 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons fait recours à une étude qui nous a permis de calculer le volume total des besoins en eau **837.615 m<sup>3</sup>**, La zone d'étude Tizi Ighil Ouazoug dispose déjà de deux réservoirs d'une capacité **2×500 m<sup>3</sup>**, qui parviennent suffisamment à reprendre au besoin en eau de la zone d'étude à l'horizon de 2052.

Dans le prochain chapitre nous allons traiter le dimensionnement de la conduite d'adduction liant la station de pompage Iheddaden 2 au réservoir Tizi Ighil Ouazoug,

# **CHAPITRE V**

**Adduction :**

**Diagnostic hydraulique**

## V.1 Introduction :

L'acheminement de l'eau pour n'importe quel réseau d'alimentation en eau potable doit avoir une adduction, elle est le transport d'eau à partir de la source d'alimentation (puits, forage, barrage ...) vers les réservoirs de stockage ou directement vers le réseau de distribution se fait à l'aide de canalisations soit par pompage, soit gravitaire soit mixte.

Dans ce chapitre, nous allons effectuer un diagnostic hydraulique.

## V.2 Aspect théorique :

### V.2.1 Type d'adduction :

#### V.2.1.1 Adduction par refoulement (Pompage) :

L'adduction est dite par refoulement lorsque le déplacement de l'eau est assuré par une pompe. Le débit transité est alors discontinu, variable dépendant du débit de pompe, et il se fait dans le cas où la source a une cote inférieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

#### V.2.1.2 Adduction gravitaire :

L'adduction est dite gravitaire lorsque la source est située en altitude par rapport au site à alimenter. La force de déplacement de l'eau est l'énergie potentielle. Le débit transitant est modulé, Permanent commandé par l'aval.

#### V.2.1.3 Adduction mixte :

Lorsqu'un réservoir d'accumulation intermédiaire reçoit en premier temps une eau par refoulement et que dans un deuxième temps, cette eau est évacuée par gravité jusqu'à un réservoir situé plus bas, on parle ici d'adduction mixte.

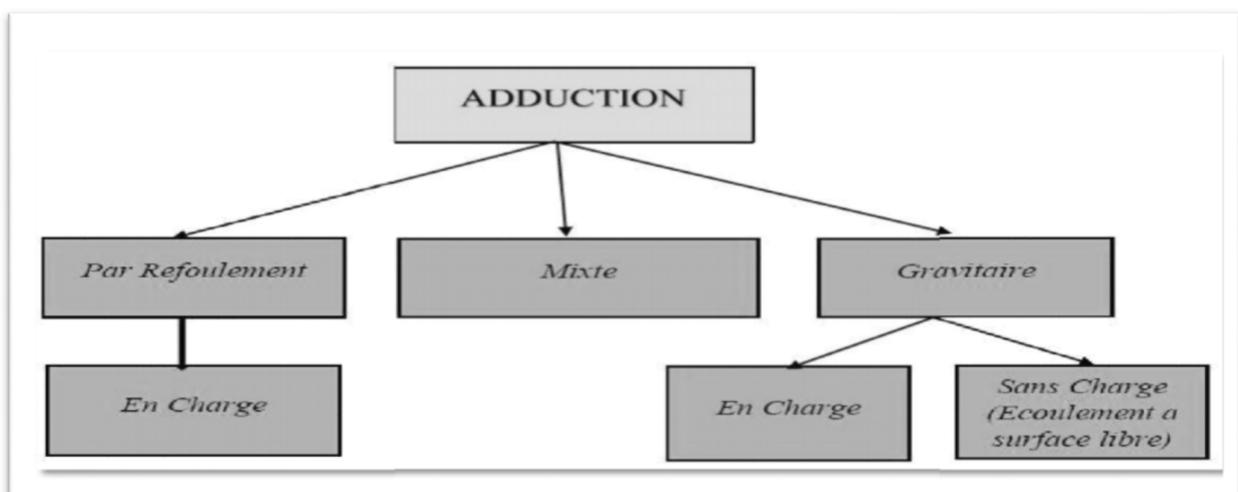


Figure V-1. Différents Types d'adduction

### REMARQUE :

Dans le cas de notre étude il s'agit d'un type : **Adduction par refoulements.**

### V.2.2 Choix du tracé :

Pour établir un meilleur amené d'eau, on doit tenir compte des conditions d'ordre technique, économique et topographique. Qui se résument comme suit :

- Le tracé doit être le plus court possible entre les ouvrages ;
- Eviter les contre pente qui peuvent engendrer, en exploitation, des cantonnements d'air ;
- Prévoir quelques vannes de sectionnement pour les conduites de grande longueur afin de faciliter les éventuelles réparations ;
- Eviter au maximum les traversés des obstacles (oueds, routes ...).

On préfère souvent de le concevoir le long des routes et les pistes pour faciliter la pose des conduites et son exploitation, ces a dire :

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

### V.2.3 Choix type de conduite :

Pour faire le choix du type de matériau à utiliser dans la construction des conduites, il faut prendre en considération les critères suivants :

- ✓ Le diamètre ;
- ✓ La pression de service supporté ;
- ✓ Les conduites de pose et de transport ;
- ✓ Le prix ;
- ✓ La durée de vie ;
- ✓ La disponibilité sur le marché.

Actuellement, il existe au moins 6 types de matériaux pour les conduites utilisées dans le domaine hydraulique :

- La fonte ductile ;
- L'acier ;
- Le béton armé (tôle d'acier ou armatures) ou non ;
- Le Poly Vinyle Chlorure (PVC) ;
- Le Poly Ethylène (PE) ;
  - PEHD 80 et 100 (Poly Ethylène Haute Densité 80 ou 100)
  - PEBD (Poly Ethylène Basse Densité)
- Le PRV (Polyester Renforcé de Fibre de Verre).

❖ Les prix des conduites en PEHD et la fonte ductile sont donnés dans les annexes. [12]

### V.2.4 Profil en long :

Les impératifs du profil en long sont :

- **Profondeur** : les canalisations sont posées en tranchée avec une hauteur de couverture minimale de **0,80m** au-dessus de la génératrice supérieure.
- **Pente** : en principe, les montées sont lentes (pente minimale de **3 pour mille**) et les descentes sont rapides (pente minimale de **5 pour mille**) Afin de pouvoir éliminer facilement les bulles d'air en les accumulant dans les points hauts.
- **Équipement points hauts** : les points hauts doivent être équipés de ventouses pour libérer les canalisations des bulles d'air emprisonnées.
- **Équipement des points bas** : Les points bas sont à équiper de robinets vannes de vidange pour la vidange de conduites au moment d'éventuelles réparations. [8]

### Remarque :

Pour nos conduites d'adduction, notre choix se portera sur des conduites en fonte ductile en raison des avantages qu'elles présentent :

- Une longue vie ;
- Montage simple ;
- Une économie rationnelle ;
- Protection intérieure : ciment spéciale adapté à l'eau potable ;
- Très grande charge mécanique admissible : d'où une grande réserve de sécurité ;
- Possibilité de pose très profonde ou avec un faible recouvrement ;
- Déviation angulaire des tubes.

### V.2.5 Les équipements du système d'adduction :

#### V.2.5.1 Les vannes de sectionnement :

Les vannes sont des pièces qui permettent de sectionner, régler et régulariser l'écoulement de l'eau dans le réseau et d'assurer une exploitation rationnelle. Il existe plusieurs types : [9]

##### ➤ Les robinets vannes à opercule :

Ce sont des appareils de sectionnement à ouverture ou fermeture totale. La pièce maîtresse est constituée d'un obturateur, dont une vis de manœuvre assure le déplacement au cours de sa rotation. Elles sont généralement placées sur le réseau tertiaire et le réseau secondaire.

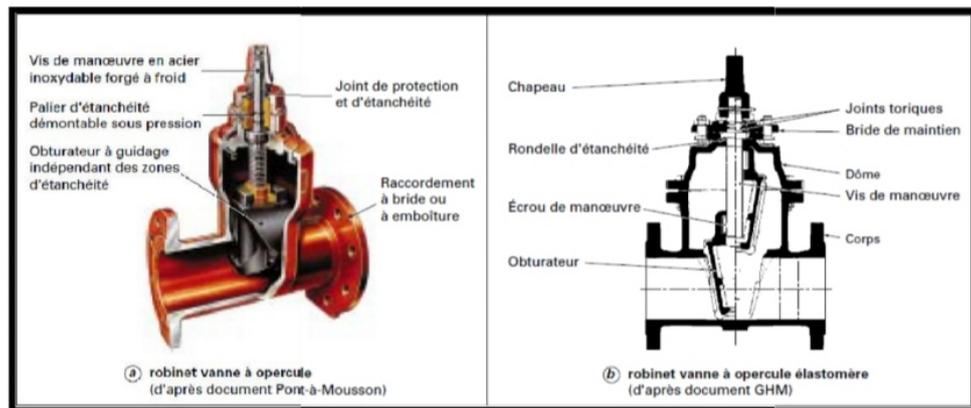


Figure V-2. Robinet vanne à opercule

➤ **Vanne papillon :**

Les vannes papillon peuvent aussi bien servir pour le sectionnement que pour le réglage des débits. Ils ont un encombrement réduit, légers, le couple de manoeuvre est fiable. Elle occasionne une faible perte de charge.

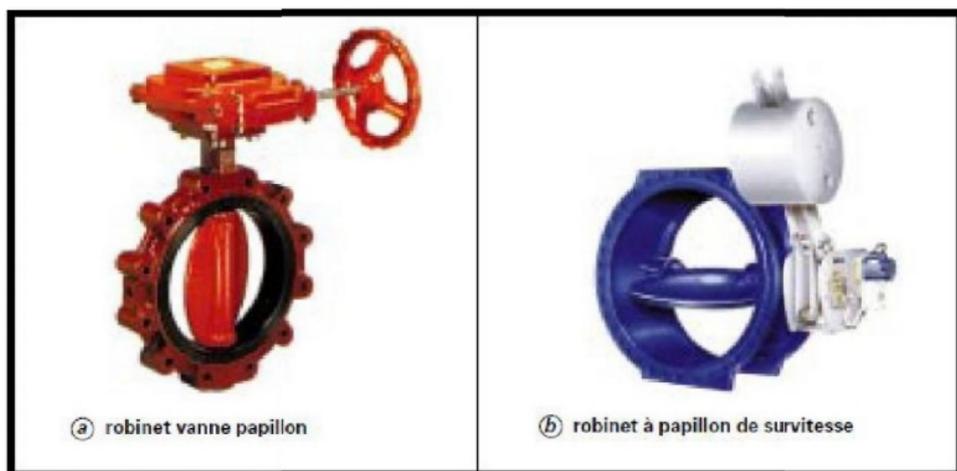


Figure V-3. Robinet vanne papillon

➤ **Ventouse :**

Sont des appareils mis en place aux points hauts de la canalisation et servent à l'évacuation de l'air présent dans les conduites afin de rétablir le diamètre de la conduite pour l'eau, de bloquer le déplacement des poches d'air vers des lieux où elles pourraient provoquer des coups de bélier importants et d'admettre l'air atmosphérique dans certaines conditions pour éviter l'écrasement des conduites.

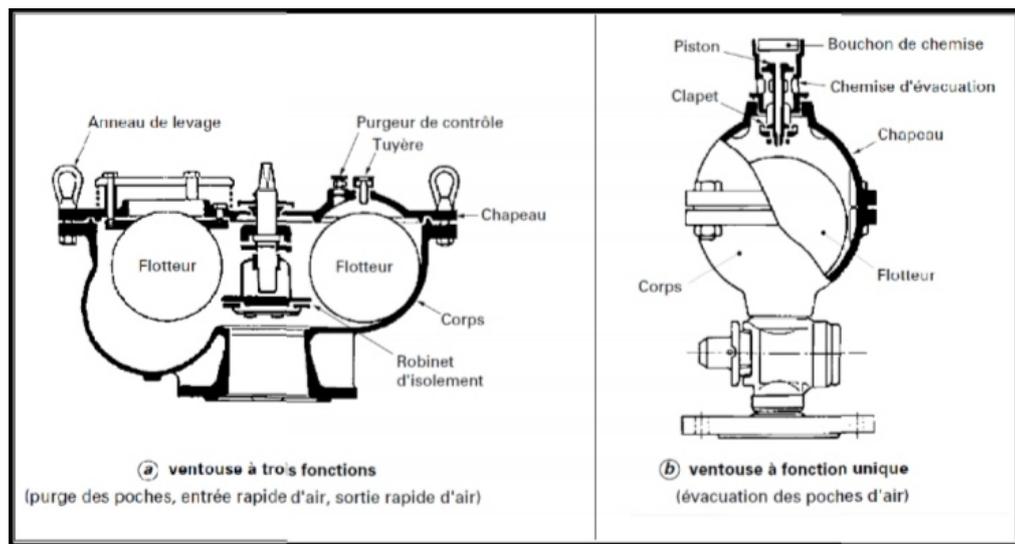


Figure V-4. Ventouse

➤ **Les clapets anti-retours**

Les clapets de non-retour permettent de diriger l'écoulement dans une seule direction. Ils sont installés au palier de pression sur les réseaux et sur les conduites de refoulement après les pompes.

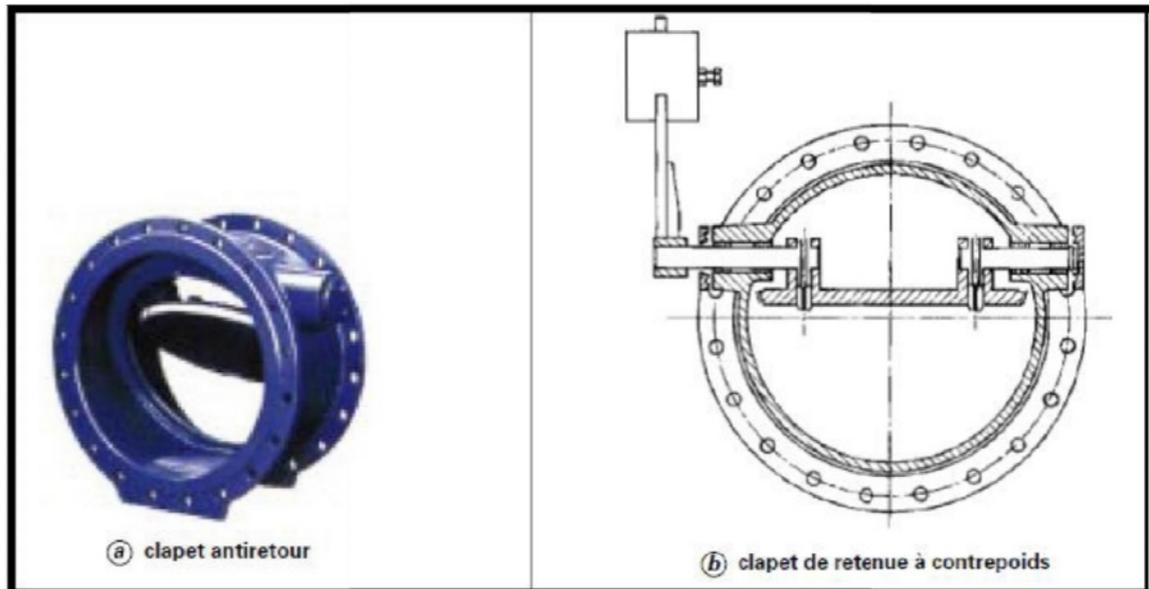


Figure V-5. Clapet anti retour

➤ **Les butées**

L'Hydrodynamique des écoulements en charge, stipule qu'à chaque changement de direction ou de diamètre, apparaitre de nouvelles forces, qu'il faut absolument essayer d'équilibrer pour garantir la stabilité du système. Nous sommes obligés de prévoir des stabilisateurs ou encoure appelés les Butées seront réalisés en béton ou en béton armé.



Figure V-6. Les Butée

➤ **La vidange**

Les vidanges sont placées aux points bas du réseau pour assurer la purge des conduites en cas d'entretien du réseau. Une vidange est constituée :

- D'une vanne ;
- D'une conduite de décharge ;
- D'un regard de vidange à partir duquel l'eau est évacuée dans le système d'assainissement pluvial.

### **V.3 Aspect pratique :**

#### **V.3.1 Description du schéma d'adduction :**

L'adduction vers les deux secteurs étudiés à savoir **Tizi Ighil Ouazoug**, prend son départ à partir du barrage **Tichy-Haff** se trouvent à **AKBOU** vers le réservoir **IBACHIRENE** d'une capacité **10 000 m<sup>3</sup>**, ce dernier transfère l'eau gravitairement vers les deux réservoirs **Iheddaden2 (2×1000 m<sup>3</sup>)**.

La station de reprise **Iheddaden 2** transfère l'eau vers les deux destinations, la première vers le réservoir **DAR DJBEL** d'une capacité de **1500 m<sup>3</sup>** avec une conduite en fonte ductile de diamètre **200 mm**, et la deuxième destination vers les deux réservoirs de **Tizi Ighil Ouazoug** d'une capacité de **2×500m<sup>3</sup>**avec par une conduite en fonte de diamètre de **200 mm** sur une linière de **970 m** avec refoulement.

Les réservoirs de **Tizi Ighil Ouazoug** sont destinés à la distribution directe par un écoulement gravitaire.

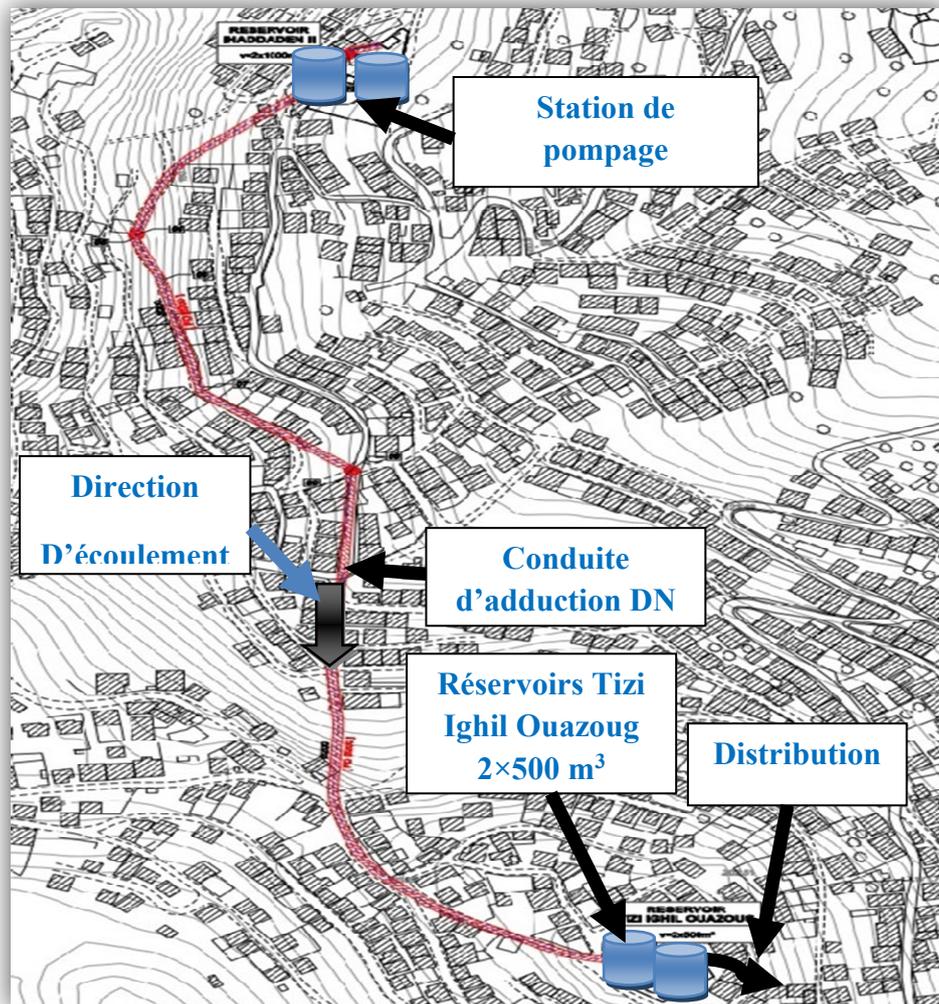


Figure V-7. Schéma d'adduction Igheddaden 2 vers Tizi ighil Ouazoug

### V.3.2 Etude technico-économique : Diagnostic hydraulique.

Le but est d'effectuer le diagnostic hydraulique, ceci à travers une étude technico-économique sur le choix de diamètre optimal.

- Le diamètre de la conduite doit transiter le débit le plus élevé pour une vitesse acceptable, en assurant une pression de service compatible avec la résistance de la conduite ;
- Les frais investissements sont proportionnels aux diamètres des conduites.

**V.3.2.1 Calcul du diamètre économique :**

Le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse qui est comprise entre **0,5 et 1,5 m/s**. on choisira le cout minimal pour les diamètres optimaux. Pour les conduites de refoulement ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de **BONNIN** et **BRESS** comme suit :

➤ **Formule de BONNIN**

$$D1 = \sqrt{Q} \quad V.1$$

➤ **Formule de BRESS**

$$D2 = 1,5 \times \sqrt{Q} \quad V.2$$

Avec :

- **Q** : débit refoulé dans la conduite en m<sup>3</sup>/s.
- **D** : diamètre de la conduite.

**Remarque :**

La formule de BRESS n'est valable que pour les petits linéaire (longueur de conduite 1Km).A partir de ces deux diamètres déterminés, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés et une vitesse acceptable (**0.5 m/s à 2 m/s**).

Pour les conduits gravitaires le diamètre est déterminé approximativement avec le choix de la vitesse d'écoulement entre **V min** et **V max** telle que :

$$D_{min} = [(4 \times Q)/(\pi \times V_{max})]^{\frac{1}{2}} \quad V.3$$

$$D_{max} = [(4 \times Q)/(\pi \times V_{min})]^{\frac{1}{2}} \quad V.4$$

Avec :

- **D** : Diamètre de la conduite en (m) ;
- **Q** : Débit véhiculé en (m<sup>3</sup>/s) ;
- **Vmax** : La vitesse maximale d'écoulement (m/s) ;
- **Vmin** : La vitesse minimum d'écoulement (m/s).

**V.3.2.2 Calcul de la vitesse :**

Elle est donnée par la formule suivante :

$$V = (4 \times Q) / (\pi \times D^2) \quad V.5$$

Avec :

- **V** : Vitesse d'écoulement en m/s ;
- **Q** : Débit transitant dans la conduite en m<sup>3</sup>/s ;
- **D** : Diamètre de la conduite en m.

**V.3.2.3 Calcul des pertes de charge :****✓ Pertes de charge linéaires :**

L'écoulement est toujours turbulent et les parois doivent être considérées comme rugueuses (au sens de la mécanique des fluides). De très nombreuses études depuis le XIXe siècle ont été menées visant la détermination de la perte de charge en fonction du débit et de la section ; Les pertes de charge sont des pertes d'énergie hydraulique essentiellement dues à la viscosité de l'eau et au frottement de celle-ci contre les parois.

Elles ont pour conséquence :

- Une chute de pression globale au bas d'un réseau gravitaire,
- Une dépense d'énergie supplémentaire de pompage en refoulement.

La formule universelle de **DARCY WESBACH** donne :

$$\Delta Hl = (\lambda \times V^2 \times L) / (2 \times g \times D) \quad V.6$$

- **$\Delta Hl$**  : Perte de charge en m ;
- **L** : Longueur de la conduite en m ;
- **$\lambda$**  : Coefficient de perte de charge ;
- **V** : Vitesse d'écoulement en m/s ;
- **D** : Diamètre de la conduite en m ;
- **g** : Accélération de la pesanteur en (m/s<sup>2</sup>).

Sachant que la formule de la continuité nous donne **Q=V×S**

Alors :

$$\Delta Hl = (8 \times \lambda \times L \times Q^2) / (\pi^2 \times D^5 \times g) \quad V.7$$

- **V** : vitesse moyenne d'écoulement en (m/s) ;
- **$\Delta Hl$**  : Pertes de charge linéaires en (m) ;
- **I** : gradient hydraulique en (m/m) ;
- **Q** : débit m<sup>3</sup>/s.

✓ **Calcul du coefficient de perte de charge  $\lambda$  :**

Il dépend de la rugosité et de la nature du régime d'écoulement, on peut alors appliquer les formules suivantes : [6]

➤ **Régime turbulent rugueux**

Formule de **NIKURADZI** :

$$\lambda = \left( 1,14 - 0,86 \times \text{Ln} \left( \frac{K}{D} \right) \right)^{-2} \quad \text{V.8}$$

➤ **Régime transitoire**

Formule de **COLBROOK (Annexe 10)**

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\text{Log} \left[ \frac{K}{3,71 \times D} + \frac{2,51}{\text{Re} \times \sqrt{\lambda}} \right] \quad \text{V.9}$$

Avec :

- $\lambda$  : Coefficient de perte de charge ;

**K** : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi qui varie comme suit : (voir l'**annexe 8**).

- Pour la conduite en fonte ductile :

$$K=0.15 \text{ mm}$$

- **Re** : Nombre de Reynolds donné par la formule suivante :

$$\text{Re} = (V \times D) / \nu \quad \text{V.10}$$

Avec :

- $\nu$  : Viscosité cinétique de l'eau, donnée par la formule suivante :

$$\nu = 0,0178 / (1 + 0,0337 \times T + 0,000221 \times T^2) \quad \text{V.11}$$

Avec :

- T=10°C :  $\nu = 1,31 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$
- T=20°C :  $\nu = 1,00 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$
- T=30°C :  $\nu = 0,08 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$

✓ **Pertes de charge singulière :**

Elles sont provoquées par les (les coudes, les vannes, les clapets...), elles sont estimées à : [14]

- 20% des pertes de charge linéaires pour la Fonte,

$$H_s = 0.15 \times H_L \quad \text{V.12}$$

✓ Pertes de charge totale (Ht) :

Elles représentent la somme des pertes de charges linéaires et perte de charge singulière.

- Pour la fonte :

$$Ht = 1,2 \times \Delta Hl \quad V.13$$

V.3.2.4 Hauteur manométrique totale :

La **HMT** d'une pompe est la différence de pression en mètre colonne de liquide (mcl) entre les orifices d'aspiration et de refoulement, (hauteur géométrique d'élévation totale) y compris la pression nécessaire pour vaincre les pertes de charge dans les conduites d'aspiration et de refoulement.

$$HMT = Hg + \Delta Ht \quad V.14$$

Avec :

- **Hg** : Hauteur géométrique (m) ;
- **Hmt** : Hauteur manométrique ;
- **$\Delta Ht$**  : Pertes de charge totales.

V.3.2.5 Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit :

$$P = (g \times Q \times HMT) / \eta \quad V.15$$

Avec :

- **$\eta$**  : rendement de la pompe en (%) ( **$n=75\%$** ) ;
- **Q** : débit refoulé par la pompe en (m<sup>3</sup>/s) ;
- **g** : pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>).

V.3.2.6 Energie consommée par la pompe :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365Kwh \quad V.16$$

Avec :

- ✓ **t** : c'est le temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas **t = 24 h**;
- ✓ **P** : puissance de la pompe en (kW).

V.3.2.7 Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$Fex = E \times e \quad V.17$$

Avec :

- ✓ **E** : énergie consommée par la pompe en (Kwh) ;
- ✓ **e** : prix du kWh = 4,67 DA/KWh (fixé par la SONELGAZ).

Périodes	Horaires	Nombre d'heure
		<b>H</b>
Heures pleines	<b>06h-17h</b>	<b>11</b>
Heures de pointes	<b>17h-21h</b>	<b>4</b>
Heures creuses	<b>21h-06h</b>	<b>9</b>

Tableau V-1. Les périodes tarifaires en Algérie.

**V.3.2.8 Frais d'amortissement :**

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante :

$$\mathbf{Fam} = \mathbf{A} \times \mathbf{Pu} \times \mathbf{L} \quad \text{V.18}$$

Avec :

- ✓ **PU** : prix de la conduite en (**DA**) ;
- ✓ **A** : Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :
- ✓ **L** : Longueur de la conduite en m ;

Avec :

$$\mathbf{A} = \frac{\mathbf{i}}{(\mathbf{i}+1)^{\mathbf{n}}-1} + \mathbf{i} \quad \text{V.19}$$

- ✓ **i** : Taux d'annuité annuel, **i = 8%** ;
- ✓ **n** : nombre d'années d'amortissement, **n = 30ans**.

$$A = \frac{(0,08)}{(0,08 + 1)^{30} - 1} + 0,08 = 0.0888 = 8,88\%$$

**V.3.2.9 Calcul du bilan :**

Le bilan sera calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{Bl} = \mathbf{Fexp} + \mathbf{Fam} \quad \text{V.20}$$

Avec :

- ✓ **BL** : Bilan (**DA**) ;
- ✓ **Fexp** : Frais d'exploitation (**DA**)
- ✓ **Fam**: Frais d'amortissement (**DA**).

**V.3.2.10 Calcul des conduites gravitaire :**

Pour le calcul des conduites gravitaire, quatre paramètres interviennent :

- ✓ Le débit (Q) ;
- ✓ La vitesse (V) ;
- ✓ Les pertes de charges ( $\Delta H$ ) ;
- ✓ Le diamètre (D).

Le principe du dimensionnement d'une adduction gravitaire consiste à trouver le diamètre qui permet la dissipation de toute la charge disponible (Hd) avec une vitesse acceptable.

**V.3.3 Etude de l'adduction :**

**V.3.3.1 dimensionnement de la conduit SR Iheddaden 2 – réservoirs Tizi :**

La rénovation de ce tronçon se fera par une conduite en fonte ductile. Ce choix est fait par apport à la conduite existante.

➤ **Caractéristiques du tronçon**

- ✓ Le débit refoulé :  $Q = 0,046 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- ✓ La longueur :  $L = 970 \text{ m}$  ;
- ✓ Hauteur géométrique :  $H_g = 99 \text{ m}$ .

➤ **Calcul du diamètre**

En utilisant les formules (V.1) et (V.2), on trouve :

**DBONNIN :  $DN1 = \sqrt{Q} = 0.214 \text{ m}$  ;**

**DBRESS :  $DN2 = 1,5 \times \sqrt{Q} = 0.321 \text{ m}$ .**

Avec :

- ✓ **D** : Diamètre de la conduite en mètre ;
- ✓ **Q** : Débit refoulé dans la conduite en **m<sup>3</sup>/s**.

On prendra tous les diamètres compris entre DN1 et DN2, mais le choix final se portera sur le diamètre pour lequel le coût sera minimal et la vitesse d'écoulement sera comprise entre **0.5m/s** et **1,5 m/s**.

Les diamètres normalisés pour la fonte ductile sont : **250 mm** et **300 mm**.

➤ **Calcul de la hauteur manométrique totale**

Les résultats du calcul sont représentés dans ce tableau :

D(m)	V(m/s)	Re	$\lambda$	$\Delta H1$	$\Delta Ht$	Hmt
<b>0.25</b>	0.94	235000	0.01768	3.09	3.708	102.708
<b>0.30</b>	0.65	195000	0.01696	1.18	1.416	100.416

**Tableau V-2.** Calcul des hauteurs manométriques totales du tronçon

➤ **Calcul des frais d'exploitation**

Les résultats du calcul sont représentés dans ce tableau :

D(m)	Pa (Kw)	E (Kwh)	e (DA/Kwh)	Fexp(DA)
<b>0.25</b>	61.145	535630.2	4.6700	2501393.03
<b>0.30</b>	59.780	523672.8	4.6700	2445551.98

**Tableau V-3.** Calcul des frais d'exploitation

➤ **Calcul des frais d’amortissement**

Les résultats du calcul sont représentés dans ce tableau :

<b>D(m)</b>	<b>Pu (DA/ml)</b>	<b>A</b>	<b>F am</b>
<b>0.25</b>	5750	0.0888	495282
<b>0.3</b>	6500	0.0888	559884

**Tableau V-4.** Calcul des frais d’amortissement

➤ **Calcul du Bilan**

Les résultats du calcul sont représentés dans ce tableau :

<b>D(m)</b>	<b>Fexp (DA)</b>	<b>Fam (DA)</b>	<b>Bilan (DA)</b>
<b>0.25</b>	2501393.03	495282	2996675.03
<b>0.30</b>	2445551.98	559884	3005435.98

**Tableau V-5.** Calcul du Bilan

Après le calcul du bilan du tronçon **Iheddaden 2 – Tizi Ighil Ouazoug** le diamètre économique est **250 mm** avec une vitesse de **0.94 m/s** et un bilan minimal de **2996675.03 DA**.

**V.4 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons effectué une étude technico-économique afin de pouvoir vérifier le dimensionnement des conduites d’adduction (refoulement et gravitaire), qui a été fait sur la base des besoins maximums en eau de la population. Le choix définitif des diamètres économiques a été fait sur la base d’une étude technico-économique pour assurer une vitesse acceptable avec un bilan moins coûteux. Afin de les déterminer, on a calculé quelques paramètres, à savoir : la vitesse d’écoulement, l’énergie consommée et les frais d’exploitation.

# **CHAPITRE VI**

## **Les Pompes**

### VI.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'étude des pompes. Ce dernier est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide afin que nous deux réservoirs soient alimentés en eau. Il existe plusieurs types de pompes qui nous permettent d'assurer le débit appelé et la hauteur manométrique totale au niveau des trois stations de pompage projetées le long de l'adduction.

#### ❖ Définition de la pompe :

Les pompes sont des appareils hydrauliques qui servent à aspirer, refouler et comprimer les liquides et elles permettent de transformer l'énergie mécanique de rotation (ou de translation) en énergie hydraulique. En pratique, il s'agit souvent d'augmenter la pression du fluide.

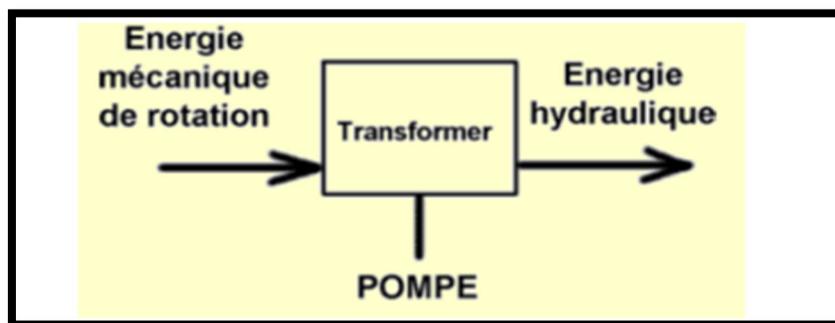


Figure VI-1. Transformation de l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

Une pompe hydraulique est une machine destinée à accroître l'énergie d'un liquide en vue de provoquer son élévation de pression et son déplacement dans un circuit. La pompe fournit un débit. Elle est donc un générateur de débit.

La pompe est entraînée par un moteur électrique, elle peut être une pompe à axe :

- Horizontal ;
- Verticale ;
- Oblique.



Figure VI-2. Pompe centrifuge à axe horizontale avec vannes d'isolement.

- ❖ Une pompe se caractérise par :
  - Son débit ;
  - Sa cylindrée ;
  - Son rendement ;
  - Son sens de rotation ;
  - Sa vitesse de rotation.



Figure VI-3. Symbole de la pompe hydraulique.

## **VI.2 Le choix de types de pompes :**

Les critères de bien choisir sa pompe sont les suivants :

- ✓ Assurer le débit en besoin et la hauteur manométrique de la pompe.
- ✓ Assurer un rendement maximum.
- ✓ Vérifier la condition de non cavitation (antcavitationnelle).
- ✓ Vitesse de rotation la plus élevée.
- ✓ Puissance absorbée minimale.
- ✓ Être fabriquée en série.

## **VI.3 Classification des pompes :**

Les pompes véhiculant des liquides se divisent principalement en deux grandes catégories : [7]

1. Les turbopompes.
2. Les pompes volumétriques.

- **Les pompes volumétriques :**

Une pompe volumétrique (aussi appelée pompe à déplacement positif) fonctionne sur le principe du mouvement cyclique : le transfert de fluide se fait par le déplacement d'un volume à chaque rotation. Ce sont les variations de volume qui vont permettre d'aspirer un fluide, le faire bouger puis le refouler. Un piston, un engrenage, une membrane, des palettes, des lobes ou des vis peuvent être l'élément qui va provoquer le déplacement du fluide.

- **Les turbopompes :**

Dans les turbopompes une roue, munie d'aubes ou d'ailettes, animée d'un mouvement de rotation, fournit au fluide de l'énergie cinétique dont une partie est transformée en pression, par réduction de vitesse dans un organe appelé récupérateur, sont généralement utilisées dans l'alimentation en eau potable et l'irrigation.

Les turbopompes sont les plus utilisées, on peut les classées selon :

**A. Selon le type de la roue :**

- Les pompes centrifuges,
- Les pompes hélices (axiale),
- Les pompes hélico-centrifuges.

**B. Selon la disposition de l'axe de la pompe :**

- Pompe verticale.
- Pompe horizontale.

**C. Selon le nombre d'étages :**

- **Les machines monocellulaires :** contiennent une seule cellule comprenant une série d'aubes fixes, utilisées pour des pressions moyennes de 15 m à 100 m d'eau ;
- **Les machines multicellulaires :** contiennent plusieurs cellules placées en série, le fluide qui rentre vas parcourir successivement chaque cellule, utilisées pour des hautes pressions atteignant plusieurs centaines de mètre.

**D. Selon la nature de fluide véhiculé :**

- Fluide compressible ;
- Fluide incompressible.

**E. Selon l'importance de la pression produite :**

- Basse pression ;
- Moyenne pression,
- Haute pression.

### **VI.4 Constitution d'une pompe centrifuge :**

Généralement une pompe centrifuge est composée de :

➤ **La roue**

C'est un organe mobile, appelé aussi turbine ou bien impulser. Elle est caractérisée par les angles de ces aubages, ses diamètres, sa longueur et enfin la vitesse à laquelle elle doit tourner. Elle fournit au liquide une énergie cinématique qui entraîne vers la périphérie du fait des forces centrifuges ;

### ➤ Le diffuseur

C'est un organe fixe qui a pour rôle de collecter le liquide sortant de la roue pour l'acheminer vers la section divergente de la sortie de la machine ;

### ➤ Vis de remplissage

Elle est située sur le corps de la pompe ;

### ➤ Presse-étoupe

Pour éviter les rentrées d'air et des fluides on utilise presse-étoupe, son rôle est d'assurer l'étanchéité de la roue ;

### ➤ Flasques (disques)

Ils assurent le raccordement entre la pompe et le presse-étoupe ;

### ➤ Le palier :

Supporte l'arbre de transmission à l'intérieur duquel on trouve différents roulements ;

### ➤ L'arbre :

L'accouplement se fait soit par moteur électrique soit par un moteur thermique.

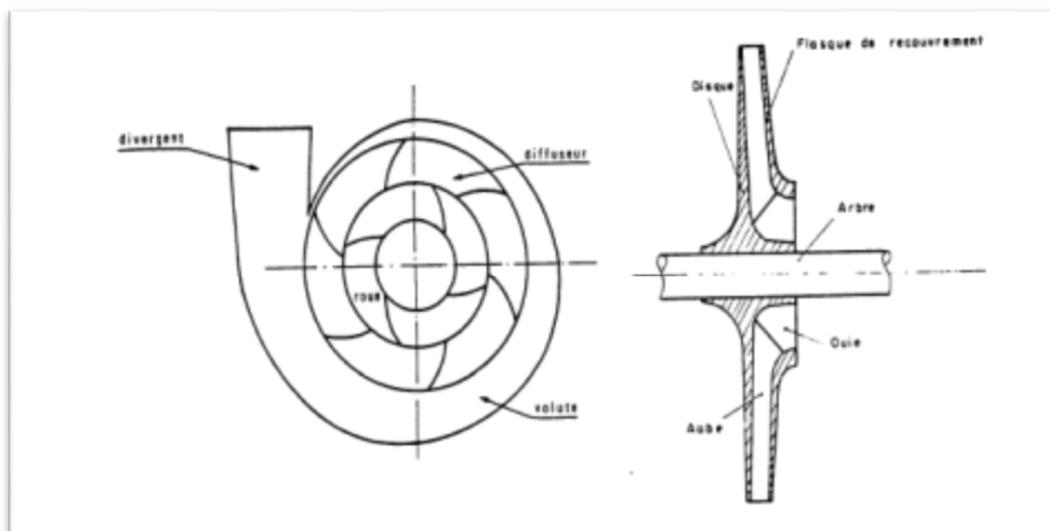


Figure VI-4. Schéma d'une pompe centrifuge

### VI.5 Caractéristiques hydrauliques des pompes :

D'un point de vue hydraulique, les principaux paramètres qui caractérisent une pompe centrifuge sont :

#### VI.5.1 Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuges :

Pour caractériser une pompe centrifuge, on s'appuie sur trois courbes caractéristiques principales. [11]

**A. La courbe hauteur-débit «  $H = f(Q)$  » :**

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

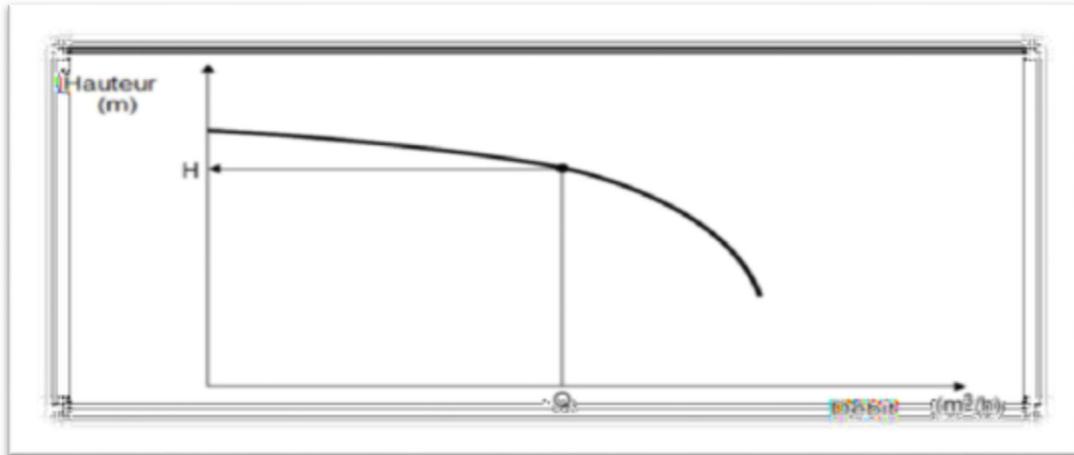


Figure VI-5. Courbe caractéristique hauteur en fonction du débit.

**B. La courbe du rendement ( $\eta = f(Q)$ ) :**

Elle exprime les valeurs du rendement en fonction du débit.

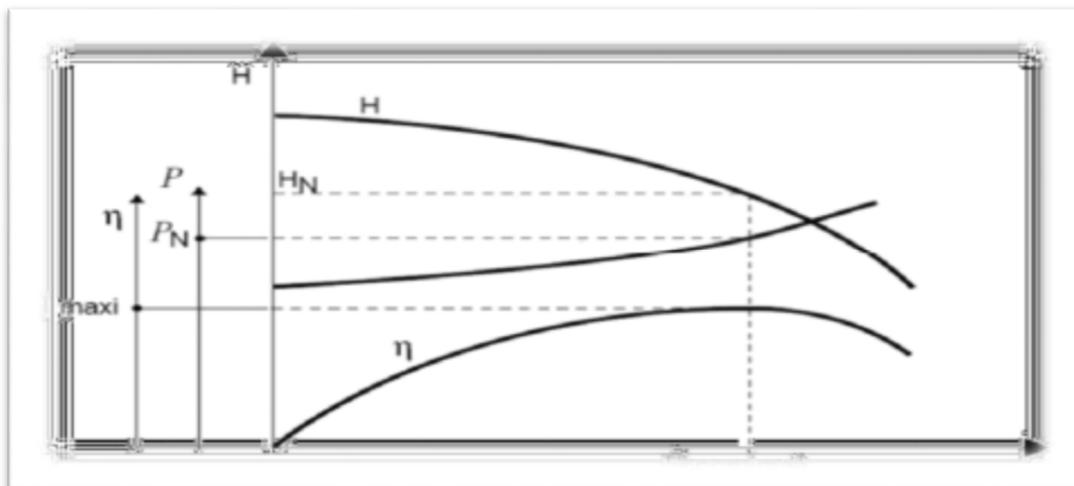


Figure VI-6. Courbes caractéristiques : rendement et puissance en fonction de débit.

**C. La courbes des (NPSH)r pour différents débits ((NPSH) = f(Q)) :**

Elle présente les valeurs du rendement en fonction du débit.

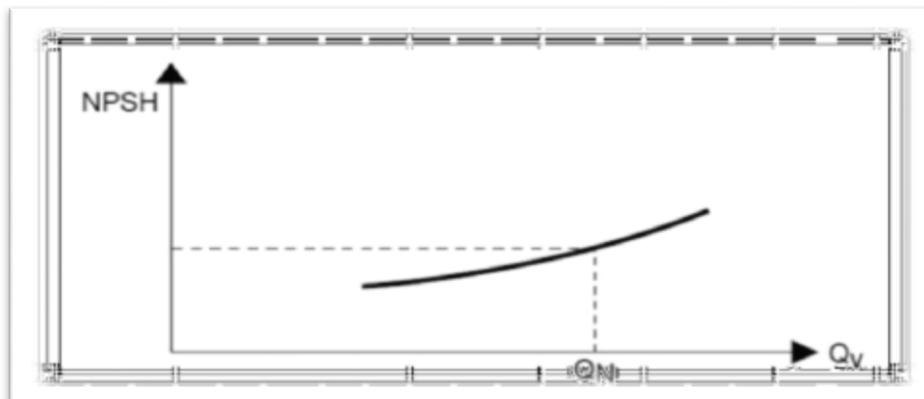


Figure VI-7. Courbes caractéristiques de NPSH en fonction de débit.

### D. La courbe des puissances absorbées - débit « Pa = f(Q) »

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

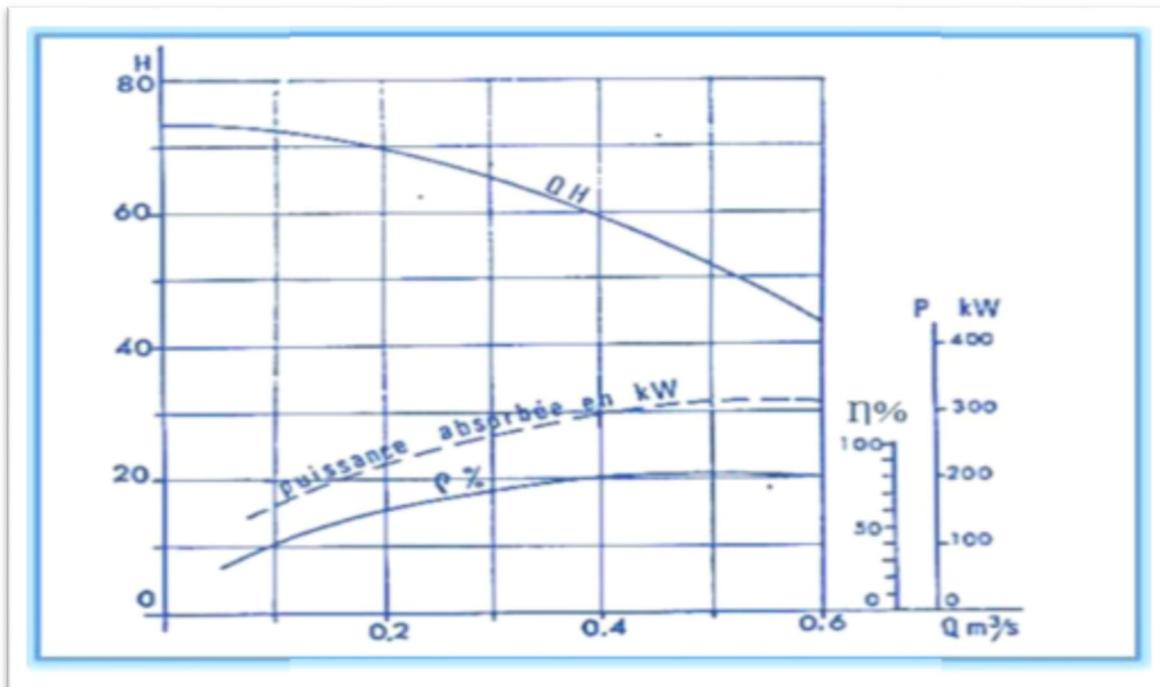


Figure VI-8. Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

### VI.5.2 Hauteur manométrique totale (Hmt) :

Le HMT est la pression totale que doit fournir une pompe à eau pour un projet de pompage. Celle-ci prendra en compte la hauteur entre le niveau de l'eau et la pompe ce qui correspond à la **hauteur manométrique d'aspiration**, mais également la hauteur entre la pompe et le point d'utilisation le plus haut ce qui correspond à la **hauteur de refoulement**. Pour calculer la Hauteur Manométrique totale d'une pompe centrifuge, on utilise la formule suivante :

$$H_{mt} = H_g + j_{asp} + j_{ref} \quad \text{VI.1}$$

Avec :

- **Hmt** : La hauteur manométrique totale en (m).
- **Hg** : La hauteur géométrique en (m).
- **Jasp** : les pertes de charges à l'aspiration en (m)
- **Jref** : Les pertes de charges au refoulement en (m)

**VI.5.3 Le débit (Q) :**

Il s'agit précisément du débit fourni par la pompe centrifuge et le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'évalue en (l/s).

**VI.5.4 La vitesse de rotation :**

La vitesse de rotation (N) est le nombre de tour effectués par la pompe par unité e temps (tr/min).

**VI.5.5 La puissance :**

On distingue deux types de puissance :

**VI.5.5.1 La puissance absorbée par la pompe (Pa) :**

La puissance absorbée par la pompe (Pa) elle est exprimée par la puissance absorbée au niveau de l'arbre de la pompe en (KW).

Sa loi est donnée par la formule suivante :

$$Pa = \frac{Hmt \times g \times Q}{\eta} \quad \text{VI.2}$$

Avec :

- **Pa** : Puissance absorbée par la pompe (kW)
- **Q** : Débit refoulé par la pompe (m<sup>3</sup>/s)
- **η** : le rendement de la pompe en (%)

**VI.5.5.2 La puissance utile (Pu) :**

La puissance utile est la puissance appliquée au fluide. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$Pu = g \times Hmt \times Q \quad \text{VI.3}$$

**VI.5.6 Le rendement (η) :**

Le rendement d'une pompe (noté η) est défini comme étant le rapport entre la puissance hydraulique et la puissance consommée par le moteur (puissance absorbée par le moteur notée P abs).

$$\eta = \frac{Pu}{Pa} \quad \text{VI.4}$$

$$\eta = \frac{Q \times g \times Hmt}{Pa} \quad \text{VI.5}$$

**VI.5.7 Le point de fonctionnement d'une pompe :**

Le point de fonctionnement d'une pompe est défini étant le point de rencontre de la courbe caractéristique de la pompe «  $H = f(Q)$  » (donnée par le constructeur) et la caractéristique de la conduite «  $H_c = f(Q)$  ».

$H_p = f(Q)$  et de la caractéristique du circuit.

$H_c = f(Q)$

C'est à dire au point jaune de la figure :

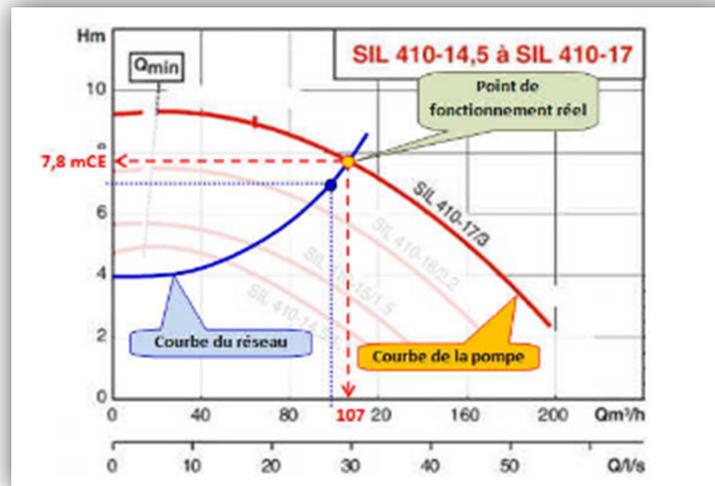


Figure VI-9. Le point de fonctionnement d'une pompe

**VI.5.7.1 Modification du temps de pompage :**

Il suffit de trouver un nouveau temps de pompage à partir de la formule suivante :

$$T' \times Q = T \times Q1 \tag{VI.5}$$

D'où

$$T' = \frac{Q \times T}{Q1} \tag{VI.6}$$

**VI.5.7.2 Régulation par étouffement :**

La régulation par étouffement ou bien le vannage, consiste à vanner au refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit Q'. La valeur des pertes de charge s'exprime par la relation suivante :

$$h = H' - H1 \tag{VI.7}$$

Avec :

- **h** : Perte de charge engendrée par le vannage (**m**)
- **H1** : La hauteur manométrique du point désiré (**m**)
- **H'** : La distance entre le point désiré et l'intersection de la verticale passant par le même point avec caractéristique de la pompe.

Donc, la puissance absorbée par la pompe sera comme suite :

$$P_a = \frac{g \times Q' \times H'}{\eta} \quad \text{VI.8}$$

### VI.5.7.3 Rognage de la roue :

Il peut arriver qu'une pompe centrifuge dont on dispose des caractéristiques un peu supérieures à celles qui sont nécessaires. Si l'on désire réduire ces caractéristiques (hauteur, débit), ne serait-ce que pour diminuer la puissance du moteur d'entraînement, il est possible de rogner la roue de la pompe, c'est à dire de réduire son diamètre.

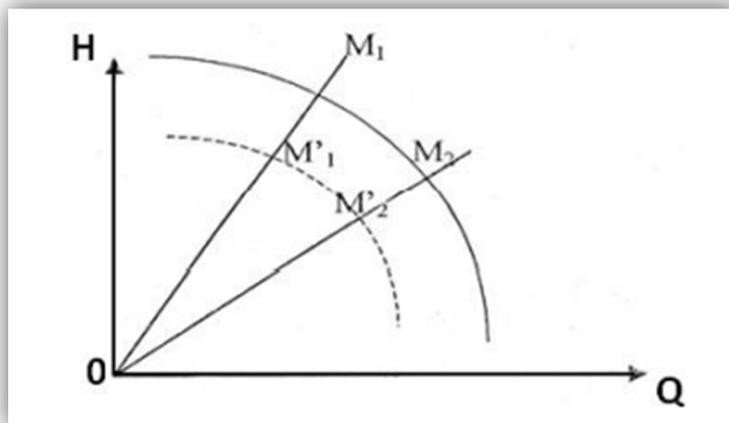


Figure VI-10. Rognage d'une pompe centrifuge

Cette opération, facile à réaliser en atelier, est couramment effectuée par les constructeurs pour ajuster la pompe au voisinage des valeurs demandées par leurs clients. Il peut donc être bon, à l'opposé, de savoir si une pompe dont on dispose et munie d'une roue rognée, ce que permettrait d'augmenter ses caractéristiques en changeant seulement la roue.

On aura alors :

$$m = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^{1/2} \times \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{1/2} \quad \text{VI.9}$$

Avec :

- **m** : coefficient de rognage.

- ❖ Le pourcentage de rognage (r) :

$$r = 1 - m(\%) \quad \text{VI.10}$$

- ❖ La puissance absorbée par la pompe :

$$P_a = \frac{(g \times Q_1 \times H_1)}{\eta} \quad (\text{kw}) \quad \text{VI.11}$$

#### VI.5.7.4 Variation de la vitesse de rotation :

Variation de la vitesse de rotation a donc un effet direct sur les performances de la pompe. La diminution de la vitesse de rotation provoque directement la diminution de la puissance absorbée ainsi que le débit. On trace la courbe iso-rendement ( $H = aQ^2$ ) qui passe par l'origine et par le point P1 ( $Q_1, H_1$ ) et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P3 ( $Q_3, H_3$ ).

- ❖ La nouvelle vitesse de rotation :

$$N' = N \times \frac{Q_1}{Q_2} \quad (\text{tr/min}) \quad \text{VI.12}$$

- ❖ La puissance absorbée par la pompe :

$$P_a = \frac{(g \times Q_1 \times H_1)}{\eta} \quad (\text{kw}) \quad \text{VI.13}$$

#### VI.6 Association des pompes :

Pour parvenir à obtenir certaines conditions de fonctionnement impossibles à réaliser avec une seule pompe, les utilisateurs associent parfois deux pompes dans des montages en série ou en parallèle.

On distingue deux types de couplage des pompes :

##### VI.6.1 Pompe en parallèle :

Lorsque l'on met deux pompes en parallèle, les débits s'ajoutent. Ainsi, on peut reconstruire la caractéristique de l'ensemble des deux pompes en sommant le débit pour une hauteur manométrique donnée.

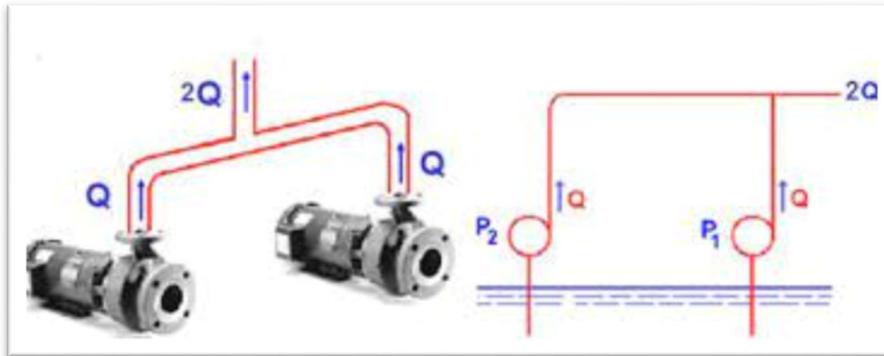
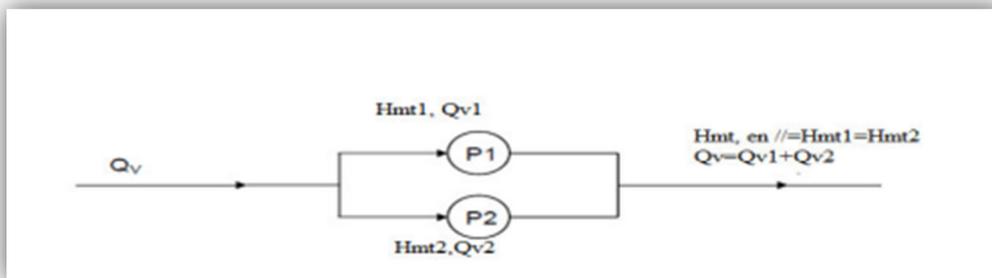


Figure VI-11. Schémas d'un couplage des deux pompes en parallèle

**Remarque :**



- ✓ Les pompes **P1** et **P2** montées en parallèle montrent la même hauteur manométrique totale  $H_{MT}$ .

$$H_{mt1} = H_{mt2} = H_{mt} \quad \text{VI.14}$$

- ✓ Le débit total du montage est la somme des débits des deux pompes pour une même hauteur manométrique totale.

$$Q_v = Q_{v1} + Q_{v2} \quad \text{VI.15}$$

**VI.6.2 Pompes en série :**

Lorsque les pompes sont en série, il faut ajouter la hauteur manométrique. On retrouve ce cas dans les pompes multicellulaires.

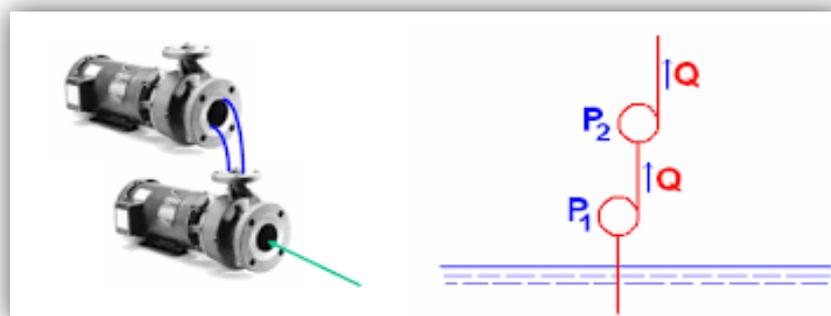
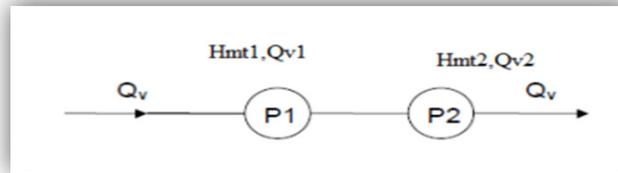


Figure VI-12. Schémas d'un couplage des deux pompes en série.

**Remarque :**

- ✓ Les pompes **P1** et **P2** montées en série sont traversées par le même débit de liquide  $Q_v$ .



$$QV=Qv1=Qv2$$

VI.16

- ✓ La hauteur manométrique totale de cette configuration est la somme des hauteurs manométriques totales  $H_{mt1}$  et  $H_{mt2}$  des deux pompes.
- ✓ Le couplage en série permet d'augmenter la hauteur manométrique totale : il convient donc pour un réseau présentant des pertes de charge importantes.

**VI.7 La cavitation dans les pompes :**

La cavitation reste, aujourd'hui encore, un sujet de préoccupation majeure pour qui s'intéresse aux pompes, qu'il soit utilisateur, installateur ou bien entendu constructeur. L'évolution rapide de l'industrie des pompes, les récents progrès réalisés dans l'étude et la compréhension de nombreux mécanismes qui régissent le phénomène de cavitation, rendent nécessaire la mise à jour des connaissances sur le sujet

**VI.7.1 Description du phénomène :**

La cavitation est la vaporisation d'un fluide soumis à une pression inférieure à sa pression de vapeur. Ce phénomène se manifeste par la formation, au sein de l'écoulement, de bulles et cavités remplies de vapeur d'eau. Dans les pompes, les structures de vapeur apparaissent dans les zones de faible pression à l'entrée des aubes de roues et sont transportées dans les zones à plus haute pression où se produit leur décondensation. Des implosions se produisent alors à des fréquences élevées et créent des surpressions locales très élevées (jusqu'à des centaines de bars).



**Figure VI-13.** Photo illustrant le phénomène de cavitation sur les aubes d'une pompe centrifuge.

❖ Ce phénomène de cavitation est à éviter car il entraîne des graves conséquences :

- Erosion du matériau (création des trous dans les aubes de la pompe).
- Augmentation de bruit et de vibration de l'installation
- Chute de performance de la pompe.

❖ Pour qu'une pompe fonctionne normalement sans cavitation, il faut vérifier la condition :

$$(\text{NPSH})_d > (\text{NPSH})_r \quad \text{VI.17}$$

➤ Pour l'alimentation en charge :

$$(\text{NPSH})_d = \left( \frac{P_0}{g \times \rho} \right) + H_a - (J_{asp} + T_v) \quad \text{VI.18}$$

➤ Pour l'alimentation en dépression :

$$(\text{NPSH})_d = \left( \frac{P_0}{g \times \rho} \right) - H_a - (J_a + T_v) \quad \text{VI.19}$$

Avec :

- **H<sub>a</sub>** : Hauteur d'aspiration en (m).
- **J<sub>asp</sub>** : perte de charge à l'aspiration en (m)
- **P<sub>0</sub> (g×ρ)** : Pression en mètre de colonne d'eau au point d'aspiration en (m)
- **T<sub>v</sub>** : La pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.

Dans notre étude on prend **T=20 C°**

T (C°)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T <sub>v</sub> (m)	0,06	0,125	0,238	0,432	0,752	1,25	2,03	3,17	4,82	7,14	10,33

Tableau VI-1. Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température [11].

Les conditions de température et de pression normales pour l'eau, sont respectivement 20 C° et **1.013 bars**.

D'où :

$$\frac{P_{atm}}{\rho g} = 10,33m \quad \text{VI.20}$$

$$\frac{P_v}{\rho g} = 0,24m \quad \text{VI.21}$$

$$(\text{NPSH})_d = 10,33 + H_a - \left( J_a + \frac{P_v}{\rho g} \right) \quad \text{VI.22}$$

**VI.8 Choix du type de pompe pour Station de reprise IHEDDADEN II :****VI.8.1 Caractéristiques de la conduite :**

- Débit véhiculé :  $Q = 46$  (l/s)
- Hauteur géométrique :  $H_g = 99$  m
- Hauteur manométrique totale :  $H_{mt} = 120$  m
- Diamètre :  $D = 200$  mm FD

**VI.8.2 Vérifications des équipements existant :****Caractéristiques de la pompe existant**

La pompe en place est de type **PM100/9A** dont les caractéristiques sont les suivantes :

- $Q = 22.22$  l/s
- $H_{mt} = 98.66$  m
- $P_a = 30.37$  Kw
- $(NPSH)_r = 1.95$
- $\eta = 74.8\%$
- $N = 1450$  tr /min

**Remarque :**

Après le dimensionnement de la nouvelle conduite d'adduction qui sera de diamètre **250 mm**, on opte donc pour l'emplacement d'une nouvelle pompe qui parvient à reprendre aux besoins en eau potable.

**VI.8.3 Caractéristiques de la pompe :**

La pompe donnée par le catalogue numérique **CAPRARI**, une pompe **multicellulaire** de type **(PM150/6E)** dont les caractéristiques sont les suivantes : (**Annexe 10**)

- $Q = 58.2$  l/s
- $H = 133$  m
- $P_a = 99.8$  Kw
- $(NPSH)_r = 2.05$
- $\eta = 75.8\%$
- $N = 1450$  tr /min.

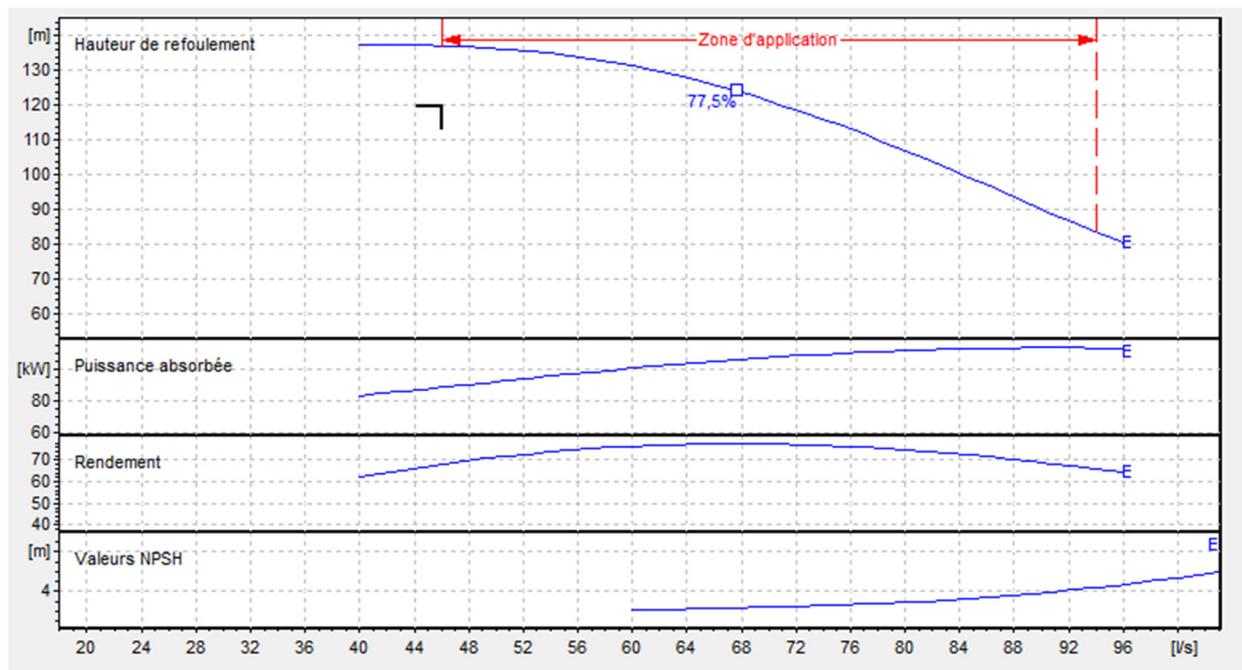


Figure VI-14. Courbe caractéristique de la pompe de la station Sr lheddaden 2(PM150/6E)

#### **VI.8.4 Les caractéristiques de la pompe de type PM 150/6E :**

- Centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal.
- Roues en fonte.
- Diffuseur et corps d'aspiration en font.
- Corps de refoulement et corps d'étage : en fonte (PMS : en fonte sphéroïdale).
- Corps de refoulement avec pieds de support et orifice de refoulement tourné vers le haut corps d'aspiration à bouche orientable.
- Arbre en acier inoxydable entièrement protégé par une douille en acier inoxydable. Double palier.
- Roulements à billes largement dimensionnés pour supporter les charges radiales et axiales dans les deux sens.
- Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement.
- Hauteur d'arbre normalisée (UNI 2946).

**VI.8.5 Données techniques / Caractéristiques :**

- Q = 58.21 l/s
- H = 133 m
- n. Poles = 4
- Fréquence = 50 Hz
- Monophasé / Triphasé = 3~
- Puissance moteur P2 = 132 kW
- Tension = 400 V
- Diamètre de refoulement DN150 (uni PN40)
- Raccord D'aspiration DN200 (uni PN8-25)

**VI.8.6 Le point de fonctionnement d'une pompe**

Le point de fonctionnement de la pompe du SR Iheddaden 2 [catalogue CAPRARI] est de :

- Q1 = 58.2 l/s,
- H1 = 133 m.

Le point de fonctionnement désiré de la pompe du SR Iheddaden 2 est de :

- Q2 = 46 l/s,
- H2 = 120 m.

**Remarque :**

D'après la **figure (VI-13)**, le point de fonctionnement (58.2 ; 133) ne correspond pas avec le point désiré (46 ; 120), on sera dans l'obligation d'apporter des modifications.

**VI.8.7 Ajustement du point de fonctionnement**

On remarque que le débit disponible est Supérieure au débit recherché, alors pour l'ajuster, on doit modifier la courbe caractéristique de la pompe par :

**A) Modification de temps de pompage :**

Dans notre cas Le temps de pompage durant la journée est déjà 24h pour la SR IHEDDADEN 2. Afin d'adopté la pompe aux conditions de travail désiré, il ya lieu de variée le temps de pompage.

Le nouveau temps de pompage sera :

$$Q1 \times T1 = Q' \times T' \quad \text{d'où:} \quad T' = 24 \times \frac{46}{58.2} = 18.96 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$Pa = \frac{g \times Q2 \times H2}{\eta} = \frac{9.81 \times 0.0582 \times 133}{0.758} = 100.2 \text{ KW}$$

**B) Régulation par étouffement (le vannage) :**

La perte de charge créée par la vanne d'étouffement est égale à :

$$h = H' - H_1 = 133 - 120 = 13 \text{ m}$$

La puissance absorbée par la pompe sera :

$$P_a = \frac{g \times Q_1 \times H'}{\eta} = \frac{9.81 \times 0.046 \times 120}{0.758} = 71.44 \text{ KW}$$

**C) Variation de la vitesse de rotation :**

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe s'écrit comme suit :

$$N_2 = N_1 \times \frac{Q_2}{Q_1} \left( \frac{\text{tr}}{\text{min}} \right) = 1450 \times \left( \frac{46}{58.2} \right) = 1146 \text{ tr/min}$$

$$H_2 = \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times H_1 = (1146/1450)^2 \times 133 = 83.07 \text{ m}$$

$$P_{a1} = (Q_2 \times g \times H_1) / \eta = (46 \times 9.81 \times 133) / 0.756 = 79.8 \text{ Kw}$$

**D) Rognage de la roue :**

Pour obtenir le rognage de la roue on garde la même vitesse de rotation (N),

$$m = \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{1/2} = 0.89$$

$$r = 1 - 0.89 = 0.11$$

$$P_a = P_{a1}/m = 79.8/0.89 = 89.66 \text{ Kw}$$

**E) Bilan énergétique :**

$$E = P_a \times t \times 365$$

- Changement de la vitesse de rotation : E = 699084 kw/h.
- Rognage : E = 785421.6 kw/h.
- Vannage : E = 625814.4 kw/h

Donc, nous résulteront au Modification de courbe caractéristique de la conduite par vannage correspond au bilan : E = 625814.4 kw /h.

**F) Etude de la cavitation :**

On fixe :  $H_a = 1 \text{ m}$  ;  $\Delta H_a = 0 \text{ m}$ .

D'où :

- $H_a$  : hauteur d'aspiration en (m) ;
- $\Delta H_a$  : perte de charge à l'aspiration en (m).

Avec :  $(NPSH)_r = 2.05 \text{ m}$

En appliquant la relation on aura :

$$(NPSH)_d = 10.33 + 1 - (0 + 0.24) = 11.09$$

D'où :

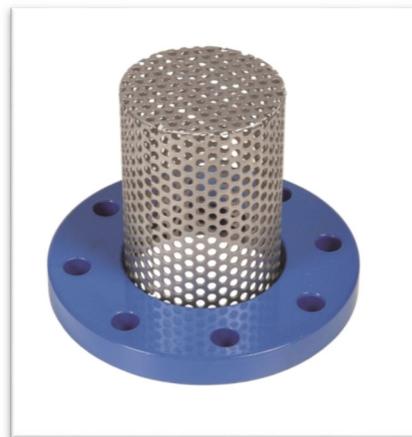
$(NPSH)_d > (NPSH)_r$ , donc la pompe **hors domaine de la cavitation**

### VI.9 Equipements d'aspiration :

#### VI.9.1 Crépine :

La crépine est un filtre le plus souvent métallique (ou en matériaux de synthèse), de forme sphérique ou cylindrique qui se positionne à l'extrémité d'un tuyau d'aspiration de la pompe d'un puits ou d'un forage, afin d'exploiter l'eau. Il s'agit du premier filtre placé en amont de la pompe et destiné à arrêter les corps étrangers tout laissant passer l'eau afin de protéger la pompe.

La crépine doit être complètement immergée afin d'éviter l'entrée de l'air, elle doit aussi être éloignée de 0.15m à 0.20m du fond du puisard d'aspiration.



**Figure VI-15.** Crépine inox à bride mobile.

#### VI.9.2 Clapet anti-retour :

Le clapet anti retour de pompe est un dispositif mécanique installé sur la canalisation d'aspiration de la pompe. Lorsque la pompe est à l'arrêt, il évite son désamorçage en bloquant le retour de l'eau vers le puits ou le forage.



**Figure VI-16.** Clapet anti-retour à battant PN10 DN 200

### **VI.9.3 Vanne :**

Une vanne sera installée sur la conduite d'aspiration dont le rôle est d'isoler la pompe en cas de besoin, cette vanne doit être placée dans les stations de pompage ou les pompes travaillent en charge.

## **VI.10 Les équipements de refoulement :**

### **VI.10.1 Joint de raccordement :**

La conduite de refoulement sera raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort parasite sur la pompe.

### **VI.10.2 Clapet de refoulement :**

Son rôle est d'empêcher l'inversion du débit lors de l'arrêt de la pompe. Les clapets les plus utilisés sont ceux à battant, ils sont installés sur les conduites horizontales.

### **VI.10.3 Vanne de refoulement :**

La vanne de refoulement placée après la pompe permet d'isoler celle-ci lors de entretiens et des démontages, lors la mise en charge et de l'arrêt de la pompe dans le cas des pompes centrifuges.

### **VI.10.4 Joint de démontage :**

Les joints de démontage auto butés sont des accessoires de montage et d'intervention particulièrement utiles dans les stations de pompage, de traitement d'eau, les réseaux de distribution. Ils permettent de faciliter l'installation et le démontage des pièces de robinetterie telles que les vannes papillon, les robinet-vannes, les vannes de régulation .....

### VI.8. Conclusion

Dans ce chapitre, l'utilisation du catalogue numérique **CAPRARI** nous a permis de déterminer le type de pompe à adopter pour la station de reprise. Ainsi, le choix s'est porté sur une pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal de type **(PM150/6E)**. Pour assurer un bon fonctionnement, nous avons apporté des modifications à cette pompe.

L'analyse des différentes variantes nous a conduites à prendre en considération celle qui donne le meilleur rendement d'entre elles. En plus, nous avons également vérifié la condition de non cavitation de la pompe utilisée.

D'après les calculs effectués pour la nouvelle pompe, aucun risque de cavitation n'a été trouvé.

# **CHAPITRE VII**

## **La distribution**

### **VII.1 Introduction :**

Le système de distribution est le dernier maillon de la chaîne du système classique d'approvisionnement en eau potable. Son rôle est de transporter l'eau du stockage aux usagers et d'en assurer la livraison.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant de façon à assurer le débit maximal afin de satisfaire tous les besoins en eau des consommateurs [10], Et pour cela ya plusieurs calcul a effectué par un logiciel de calcul nommé **EPANET**.

Dans ce chapitre, nous allons dimensionner le réseau de distribution de la zone Tizi Ighil Ouazoug à l'aide de ce logiciel.

### **VII.2 Aspect théorique :**

#### **VII.2.1 Structure des réseaux :**

Le système de distribution est souvent décliné en sous-réseaux afin de subdiviser ses fonctions principales pour améliorer ses performances. Le choix des conduites composant chacun de sous-réseaux dépend des débits en cause, de la taille du réseau et de l'importance du maillon de conduite dans le fonctionnement du système.

Le réseau primaire est constitué des conduites qui desservent principalement les zones de distribution.

Les conduites primaires sont celles qui ont les plus grands diamètres. Le choix des conduites dites primaires est consécutif à l'étude de sensibilité des conséquences de leurs défaillances sur la qualité et la continuité de service. Il faut alors minimiser les points de faiblesse sur ces conduites. C'est pourquoi le réseau primaire ne comporte pas de points de livraison.

L'ensemble des conduites secondaires forme le réseau secondaire dont le rôle est d'assurer la répartition des débits à l'intérieure de la zone de distribution. Les dispositifs de défense contre incendie y sont connectés et les raccordements des points de livraisons y sont tolérés.

L'ensemble des conduites tertiaires transporte et distribue l'eau aux usagers. C'est sur ces conduites que sont installés la plupart des points de livraison : branchements privés, bornes fontaines.

Les différents sous-réseaux d'un système de distribution sont agencés sous la forme d'un réseau ramifié, maillé ou la combinaison des deux.

#### **VII.2.2 Type de réseau de distribution :**

En fonction de la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue les différents types de réseau de distribution comme suit :

### VII.2.2.1 Réseau de distribution ramifié :

Un réseau ramifié est un réseau construit sous forme d'arbre allant des conduites primaires aux conduites tertiaires. L'écoulement s'y effectue de l'amont vers l'aval dans les conditions normales de fonctionnement. Il est adapté aux réseaux de faible densité des points de livraison et une continuité de service peu exigée. D'un coût relativement bas à l'investissement, cet avantage par rapport au réseau maillé s'estompe avec les dés avantages liés aux pertes de charge élevées du système, l'apparition de zones mortes en cas d'arrêt ou de baisse de consommation, la création de grandes zones d'interruption de la fourniture d'eau en cas de défaillances. La sécurité de service est mal assurée et les frais de pompage sont relativement peu élevés par rapport à un réseau rendant un service de niveau équivalent. [10].

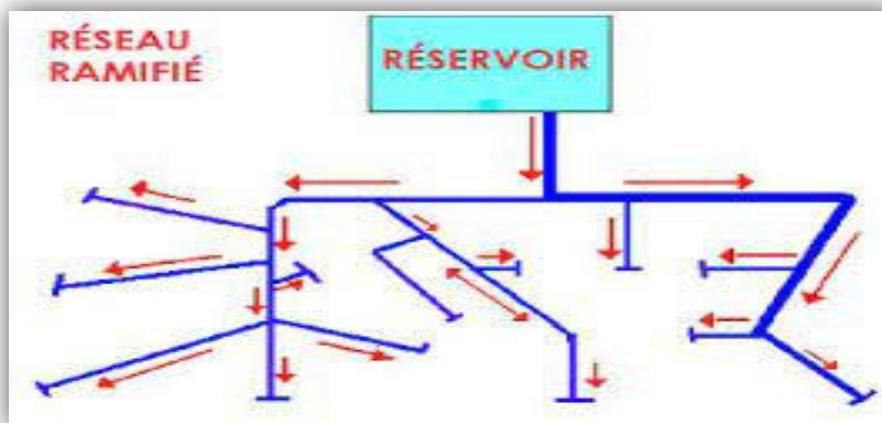


Figure VII-1. Réseau ramifié.

### VII.2.2.2 Réseau de distribution maillé :

Composé de conduites suivant des contours fermés formant ainsi plusieurs mailles. Ce réseau est fait pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. [11]

Il est utilisé en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés.

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées.

Il permet, au contraire du réseau ramifié, une alimentation en retour, donc d'éviter l'inconvénient du réseau ramifié. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés d'aval. Il est bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié .

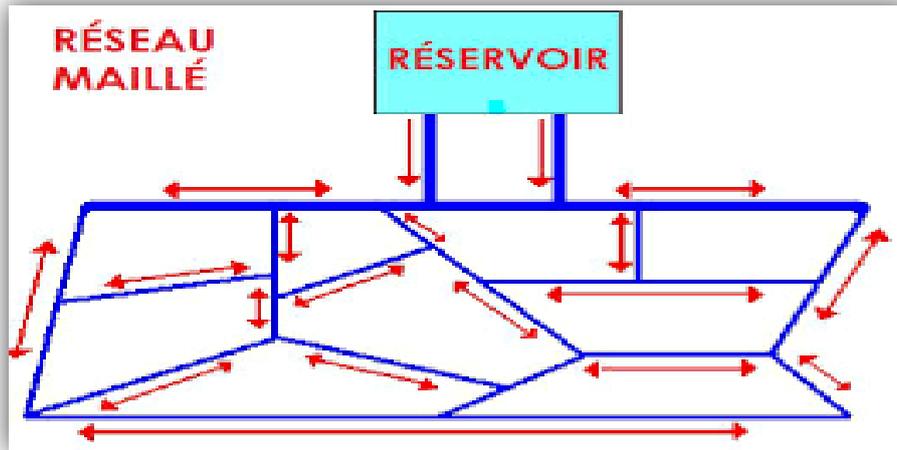


Figure VII-2. Réseau maillé

### **VII.2.2.3 Réseau de distribution étagé :**

Conseiller dans le cas d'agglomération présentant des différences de niveaux importantes, il évite les problèmes énormes posés par les fortes pressions pour assurer une pression de service acceptable par contre la maintenance des équipements de sectionnement est fréquente.

### **VII.2.2.4 Réseau de distribution combiné :**

Est un réseau combiné entre le réseau ramifié et le réseau maillé. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par les ramifications issues des mailles utilisées dans le centre-ville.

### **VII.2.3 Conception d'un réseau de distribution :**

Pour concevoir un réseau de distribution nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre de facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau. Parmi ces facteurs on citera :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs.
- Le relief.
- Le souci d'assurer un service souple et précis.

### **VII.2.4 Choix du tracé :**

Pour définir le tracé définitif, il est important de penser aux points suivants :

- Minimiser le nombre de passages difficiles : traversée deux routes, de ravine ... etc.
- Éviter les pentes trop fortes : difficulté d'ancrage des tuyaux.
- Éviter les zones rocheuses : un tranché devra être creusé.
- Préférer les zones accessibles : le long du chemin existant (route... etc.)
- Penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation.

### **VII.2.5 Choix de type de matériaux :**

Dans le but du bon choix du type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants :

- ✓ Le diamètre ;
- ✓ La pression de service à supporter par le matériau ;
- ✓ Les conditions de pose ;
- ✓ Le prix de la conduite ;
- ✓ La durée de vie du matériau ;
- ✓ La disponibilité de ce dernier sur le marché.

Pour notre cas, on a choisi comme matériau pour les conduites du réseau de distribution, le PEHD, en raison des caractéristiques mécaniques et hydrauliques qu'il présente :

- Facilité de pose (grande flexibilité).
- Faible au niveau des branchements (réduction de risque de fuite).
- Résiste à l'entartage. · Résiste à la corrosion interne et externe et microbiologique.
- Durée de vie prouvée par l'expérience. Le test de vieillissement qui est théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.
- Bonnes caractéristiques hydrauliques.
- Coefficient de la rugosité très faible.
- Répond parfaitement aux normes de potabilité.
- Disponibilité sur le marché. · Bonne résistance mécanique, et existence d'une large gamme PN06, PN10, PN16, PN20, PN25.

### **VII.2.6 Les équipements du réseau de distribution :**

Le réseau de distribution est doté des accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement de celui-ci. On en cite :

#### ➤ **Les canalisations :**

Les réseaux de distribution sont constitués de :

- Conduites principales qui ont pour origine un réservoir ou une station de pompage. Elles assurent l'approvisionnement des conduites secondaires.
- Conduites secondaires qui assurent la liaison entre les conduites principales et les branchements.

#### ➤ **Robinets vannes :**

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur le réseau. Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille », Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

### ➤ **Bouches ou poteau d'incendie:**

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum **17 (l/s)** avec une pression de **10 m (1bar)**. Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 200 à 300 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.

### ➤ **Clapets :**

Les clapets ont pour rôle d'empêcher l'eau d'aller en sens contraire de l'écoulement prévu.

### ➤ **Ventouses :**

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points les plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses sont pour formation spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air.

### ➤ **Régulateurs de pression :**

Ce sont des dispositifs permettant le réglage de la pression de façon à ne fournir au réseau de distribution que les pressions désirées.

### ➤ **Robinets de vidange (décharge) :**

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange ; et seront posés à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

### ➤ **Pièces spéciales de raccord :**

Ce sont des composants permettant d'adapter la conduite au tracé prévu au projet :

- **Les Tés :** On envisage des tés à deux ou trois emboîtements permettant le raccordement des conduites présentant des diamètres différents. Il est nécessaire de prévoir un cône de réduction pour les placer.
- **Les coudes :** Utilisés en cas de changement de direction
- **Les cônes de réduction :** Ce sont des organes de raccord en cas d'existence des diamètres différents.

### VII.2.7 Quelques figures des Appareils et accessoires :

Les figures suivantes présentes quelques appareils et accessoires de réseau de distribution :



**Figure VII-3.** Clapet anti-retour.



**Figure VII-4.** Ventouse



**Figure VII-5.** Vanne à opercule.



**Figure VII-6.** Réducteur de pression en fonte.



**Figure VII-7.** Pièces spéciales raccordement.

### **VII.2.8 Exigences du réseau de distribution :**

Pour qu'un réseau soit performant, il faut que :

- La pression soit supérieure à 1bar ;
- Sur la totalité du réseau, la pression maximale régnant ne doit en aucun cas dépasser les 6bars (60 mce). Ceci provoquera des désordres. A l'occasion, on peut prévoir une distribution étagée ou installer des réducteurs de pression ;
- Les vitesses doivent être entre 0.5 et 1.5 m/s ;
- Les diamètres doivent permettre l'écoulement des débits de pointe.

La détermination des débits dans un réseau de distribution s'effectue de la manière suivante :

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau ;
- On détermine le débit spécifique ensuite les débits en route ;
- Ayant les débits en route : on détermine les débits supposés concentrés aux nœuds.

### **VII.3 Aspect pratique :**

#### **VII.3.1 Description du réseau de distribution :**

Dans le cas présent, on a pris comme exemple le réseau de distribution du Tizi Ighil Ouazoug. Sa distribution se fera par gravité, à partir de deux réservoirs d'une capacité de **2×500 m<sup>3</sup>** situé à la côte **214.5 m**.

Le tracé du réseau sur EPANET est illustré dans la figure (VII-8) ci-après.

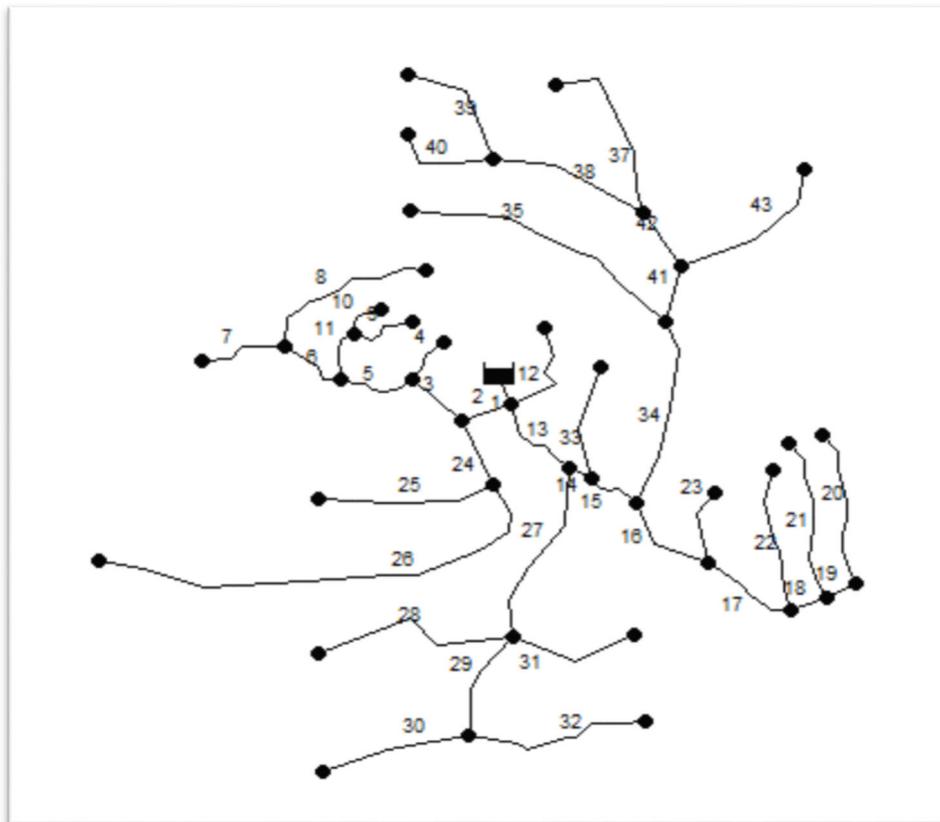


Figure VII-8. Schéma descriptif de la distribution secteur Tizi Ighil Ouazoug

### VII.3.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution :

Le dimensionnement et la détermination des débits dans un réseau s’effectuent selon les étapes suivantes :

- Déterminer la longueur de chaque de tronçon ;
- Déterminer les débits spécifiques en considérant les débits en route ;
- On calcul les débits en route pendant l’heure de pointe ;
- Déterminer les débits supposés concentrer aux nœuds.

### VII.3.3 Détermination des débits du réseau :

#### ➤ Débit de pointe :

Le débit de pointe correspond au débit horaire le plus élevé de la journée, c’est le débit par lequel se fait le dimensionnement du réseau de distribution, il est donné par la relation suivante :

$$Q_p = Q_{max.j} \times P_g \quad \text{VII.1}$$

Avec :

- **Q<sub>p</sub>** : Débit de pointe (m<sup>3</sup>/h) ;
- **Q<sub>max,j</sub>** : Débit maximum journalier (m<sup>3</sup>/j) ;
- **P<sub>g</sub>** : Plus grand pourcentage horaire du régime de la variation de la consommation (%).

A partir du tableau des régimes de consommation (tableau IV.1), l'heure de pointe est de **12h-13h** avec un pourcentage de **P<sub>g</sub>=7%** de la consommation journalière.

➤ **Débit spécifique :**

Il est défini comme étant le volume d'eau transitant dans un mètre de canalisation pendant une seconde, il est donné par la relation suivante :

$$Q_s = Q_p / \Sigma L_i \quad \text{VII.2}$$

Avec :

- **Q<sub>s</sub>** : Débit spécifique (l/s. m) ;
- **Q<sub>p</sub>** : Débit de pointe (l/s) ;
- **ΣL<sub>i</sub>** : La somme des longueurs des tronçons du réseau (m).

➤ **Débit de route :**

C'est le débit circulant à travers un tronçon et supposé être consommé d'une façon uniforme sur toute la longueur de ce dernier, il est donné par la relation suivante :

$$Q_r = Q_s \times L_{ij} \quad \text{VII.3}$$

Avec :

- **Q<sub>r</sub>** : Débit de route (l/s) ;
- **L<sub>ij</sub>** : Longueur du tronçon (i - j).

➤ **Débit au nœud :**

Les débits aux nœuds sont des débits concentrés en chaque nœud, alimentant la population répartie autour des moitiés des tronçons des conduites ayant en commun les nœuds considérés. Ils sont donnés par la relation suivante :

$$Q_n = 0.5 \times \Sigma Q_r + \Sigma Q_c \quad \text{VII.4}$$

Avec :

- $Q_n$  : Débit au nœud (l/s) ;
- $\Sigma Q_r$  : La somme des débits de route autour du nœud considéré
- $\Sigma Q_c$  : La somme des débits localisés au nœud considéré (l/s).

## VII.3.4 Dimensionnement du réseau :

### VII.3.4.1 Calcul des différents débits :

Les résultats des calculs des différents débits du réseau sont indiqués dans le tableau (VII-1) suivant :

Longueur des tançons :  $L = 5704,94 \text{ ml}$

**Tableau VII-1.** Résultats du calcul des différents tronçons du réseau

Nœud	Tronçon	Longueur	Diamètre	Débite spécifique (L/s/m)	Débit de route (l/s)	Débit en nœud (l/s)
N2	1	20	176.2	0.01065	0.213	1.6199
	2	30	141	0.01065	0.3195	
	13	139,79	176.2	0.01065	1.4887	
	12	114,43	96.8	0.01065	1.2187	
N3	12	114,43	96.8	0.01065	1.2187	0.6093
N4	2	30	141	0.01065	0.3195	0.7865
	3	54,09	110.2	0.01065	0.5761	
	24	63,61	96.8	0.01065	0.6774	
N5	3	54,09	110.2	0.01065	0.5761	1.4157
	5	129,2	96.8	0.01065	1.3759	
	4	82,59	79.2	0.01065	0.8795	
N6	4	82,59	79.2	0.01065	0.8795	0.4397
N7	5	129,2	96.8	0.01065	1.3759	1.278
	11	34,53	96.8	0.01065	0.3677	
	6	76,29	96.8	0.01065	0.8124	
N8	7	217,21	79.2	0.01065	2.3132	2.8019
	6	76,29	96.8	0.01065	0.8124	
	8	232,71	79.2	0.01065	2.4783	
N9	7	217,21	79.2	0.01065	2.3132	1.1566
N10	9	112,58	79.2	0.01065	1.1989	0.5994
N11	10	131,81	79.2	0.01065	1.4037	0.7018
N12	8	232,71	79.2	0.01065	2.4783	1.2391
N13	10	131,81	79.2	0.01065	1.4037	1.4851
	9	112,58	79.2	0.01065	1.1989	
	11	34,53	96.8	0.01065	0.3677	

**Tableau VII-1.** Résultats du calcul des différents tronçons du réseau (Suite)

<b>N14</b>	13	139,79	176.2	0.01065	1.4887	1.4392
	14	28,75	141	0.01065	0.3061	
	27	101,76	96.8	0.01065	1.0837	
<b>N15</b>	15	32,47	141	0.01065	0.3458	1.5869
	14	28,75	141	0.01065	0.3061	
	33	236,81	96.8	0.01065	2.5220	
<b>N16</b>	16	131,81	141	0.01065	1.4037	2.3334
	15	32,47	141	0.01065	0.3458	
	34	273,93	141	0.01065	2.9173	
<b>N17</b>	16	131,81	141	0.01065	1.4037	2.3077
	23	198,06	79.2	0.01065	2.1093	
	17	103,52	141	0.01065	1.1023	
<b>N18</b>	17	103,52	141	0.01065	1.1023	2.5102
	22	331,33	79.2	0.01065	3.5286	
	18	36,58	96.8	0.01065	0.3895	
<b>N19</b>	18	36,58	96.8	0.01065	0.3895	2.3543
	21	340,75	79.2	0.01065	3.6289	
	19	64,82	96.8	0.01065	0.6903	
<b>N20</b>	19	64,82	96.8	0.01065	0.6903	2.191
	20	346,64	79.2	0.01065	3.6917	
<b>N21</b>	20	346,64	79.2	0.01065	3.6917	1.8458
<b>N22</b>	21	340,75	79.2	0.01065	3.6289	1.8144
<b>N23</b>	22	331,33	79.2	0.01065	3.5286	1.7643
<b>N24</b>	23	198,06	79.2	0.01065	2.1093	1.0546
<b>N25</b>	24	63,61	96.8	0.01065	0.6774	2.2222
	25	153,02	79.2	0.01065	1.6296	
	26	200,7	79.2	0.01065	2.1374	
<b>N26</b>	25	153,02	79.2	0.01065	1.6296	0.8148
<b>N27</b>	26	200,7	79.2	0.01065	2.1374	1.0687
<b>N28</b>	29	43,02	96.8	0.01065	0.4581	1.6679
	30	73,83	79.2	0.01065	0.7862	
	32	196,4	79.2	0.01065	2.0916	
<b>N29</b>	27	101,76	96.8	0.01065	1.0837	1.6225
	28	53,84	79.2	0.01065	0.5733	
	31	149,12	79.2	0.01065	1.5881	
<b>N30</b>	28	53,84	79.2	0.01065	0.5733	0.2866
<b>N31</b>	30	73,83	79.2	0.01065	0.7862	0.3931
<b>N32</b>	32	196,4	79.2	0.01065	2.0916	1.0458
<b>N33</b>	31	149,12	79.2	0.01065	1.5881	0.7940

**Tableau VII-1. Résultats du calcul des différents tronçons du réseau (Suite)**

<b>N34</b>	33	236,81	96.8	0.01065	2.5220	1.261
<b>N35</b>	34	273,93	141	0.01065	2.9173	3.0258
	41	40	110.2	0.01065	0.426	
	35	254,31	79.2	0.01065	2.7084	
<b>N36</b>	35	254,31	79.2	0.01065	2.7084	1.3542
<b>N37</b>	38	188,04	96.8	0.01065	2.0026	2.8305
	37	171,88	79.2	0.01065	1.8307	
	42	171,63	96.8	0.01065	1.8278	
<b>N38</b>	37	171,88	79.2	0.01065	1.8307	0.9153
<b>N39</b>	40	58,17	79.2	0.01065	0.6195	0.3097
<b>N40</b>	39	111,73	79.2	0.01065	1.1899	0.5949
<b>N41</b>	40	58,17	79.2	0.01065	0.6195	1.906
	39	111,73	79.2	0.01065	1.1899	
	38	188,04	96.8	0.01065	2.0026	
<b>N43</b>	42	171,63	96.8	0.01065	1.8278	2.0490
	43	173,18	79.2	0.01065	1.8443	
	41	40	110.2	0.01065	0.426	
<b>N44</b>	43	173,18	79.2	0.01065	1.8443	0.9221

### **VII.3.4.2 Apport informatique :**

#### **A. Modalisation et simulation du réseau :**

L'utilisation des programmes informatiques peut libérer le projecteur des calculs fastidieux et de multiplier sa puissance de travail. Pour ce, nous avons fait appel au logiciel EPANET qui permet d'établir le calcul des paramètres hydrauliques et des pressions. [15]

#### **B. Présentation du logiciel EPANET :**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitative de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pressions. Un réseau est défini sous EPANET comme un ensemble de tuyaux, nœuds (jonction de tuyau), pompes, vannes bâches et réservoirs. Le logiciel calcul le débit et la vitesse dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration des substances chimiques dans les différentes parties du réseau. Au cours d'une durée de la simulation, le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

#### **C. Les étapes d'utilisation du logiciel EPANET :**

- Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes :
- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier au format texte
- Saisir les propriétés des éléments du réseau ;

- Décrire le fonctionnement du système ;
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation ;
- Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité,
- Visualiser les résultats d'une simulation.

### **D. Modélisation du réseau :**

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande et des réservoirs et bâches.

Dans le présent cas, la modalisation s'est portée en introduisant les différentes données du réseau.

#### ➤ **Au niveau des nœuds :**

Elles sont:

- L'altitude du nœud par rapport à un plan de référence ;
- La demande en eau (débit prélevé sur le réseau).

#### ➤ **Au niveau des arcs :**

Elles sont :

- Le nœud initial et final ;
- Le diamètre ;
- La longueur ;
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer les pertes de charge).

#### ➤ **Au niveau des réservoirs :**

Elles sont :

- L'altitude du radier ;
- Le diamètre.

### **VII.3.5 Simulation du réseau :**

Afin de déterminer les débits du tronçon qui sont automatiquement calculés par EPANET, on fait introduire quelques données en fixant un diamètre par défaut de 200mm et on lance la simulation. Après la première simulation, on tire les débits obtenus moyennant le logiciel EPANET pour chaque tronçon afin de calculer les diamètres correspondants. Pour ce, on fixe une vitesse idéale de 1m/s et on calcul les diamètres suivant la formule  $Q=V \times S$ . Pour ce projet, notre choix s'est porté sur des conduites en PEHD PN10. La valeur minimale de cette pression avoisine les 100mce (10 bars). Après avoir introduit les débits et les altitudes de chaque nœud ainsi que la longueur et les diamètres pour chaque conduite, la deuxième

simulation peut être lancée dans le but d'avoir des vitesses dans l'intervalle (0.5m/s -1.5m/s) pour chaque conduite et aussi les pressions aux différents nœuds qui ne dépassent pas 60mce. Les résultats de la simulation sans réducteur de pression sont présentés dans la figure (VII-9) :

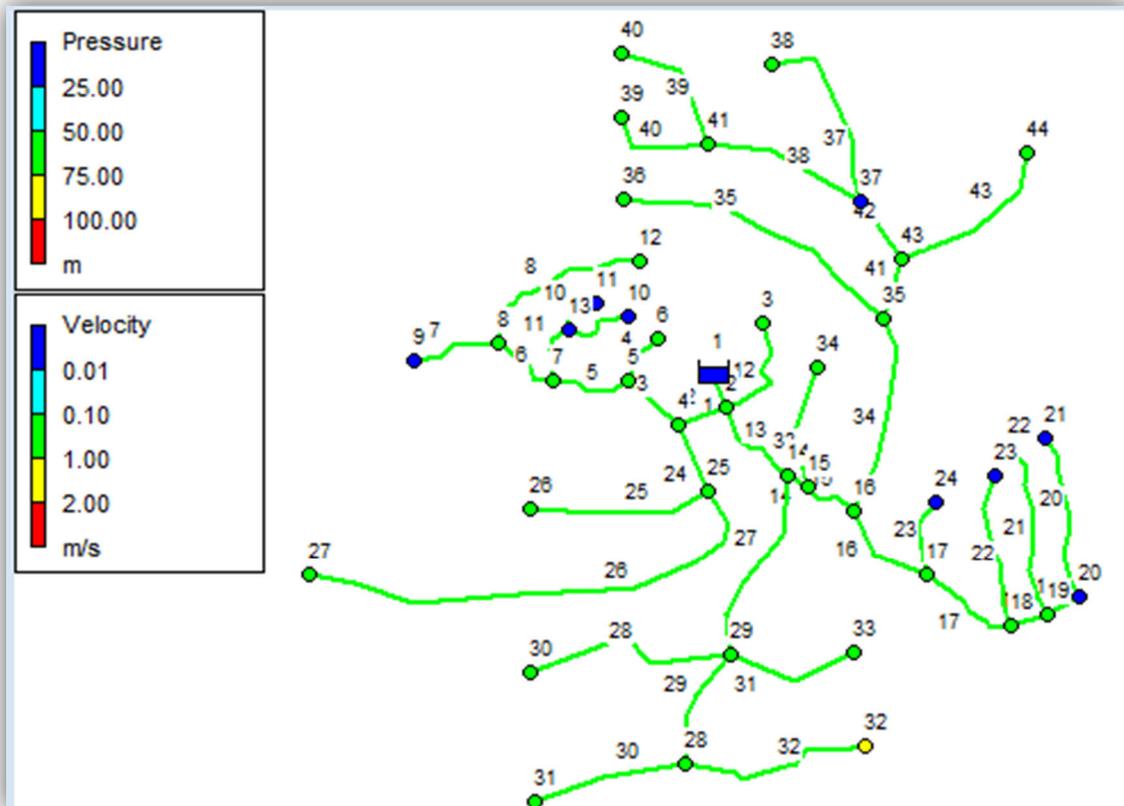


Figure VII-9. Schéma du réseau après la simulation

Les résultats de simulation des tronçons sont présentés dans le tableau (VII-2) ci-dessous :

Tableau VII-2. Etat des conduites du réseau

Tronçon	Longueur	Diamètre (m)	Débite (L/s)	Vitesse (m/s)	Pertes de charges (m/km)
1	20	176.2	60.42	1.00	44.70
2	30	141	16.01	0.66	47.05
3	54,09	110.2	11.12	0.71	89.07
4	82,59	79.2	0.44	0.53	21.40
5	129,2	96.8	9.26	0.59	61.83
6	76,29	96.8	5.20	0.54	82.22
7	217,21	79.2	1.16	0.51	147.27
8	232,71	79.2	1.24	0.64	64.86
9	112,58	79.2	0.60	0.5	147.22
10	131,81	79.2	0.70	0.5	54.34
11	34,53	96.8	2.79	0.51	61.59

Tableau VII-2.Etat des conduites du réseau (suite)

12	114,43	96.8	0.61	0.53	40.99
13	139,79	176.2	42.18	0.70	21.79
14	28,75	141	34.93	0.58	14.95
15	32,47	141	32.08	0.53	12.61
16	131,81	141	15.84	0.65	46.08
17	103,52	141	12.48	0.51	28.60
18	36,58	96.8	8.21	0.52	12.36
19	64,82	96.8	4.04	0.55	129.18
20	346,64	79.2	1.95	0.52	103.85
21	340,75	79.2	1.81	0.52	100.35
22	331,33	79.2	1.76	0.56	94.89
23	198,06	79.2	1.05	0.51	122.48
24	63,61	96.8	4.11	0.56	33.63
25	153,02	79.2	0.81	0.54	73.19
26	200,7	79.2	1.07	0.51	125.77
27	101,76	96.8	5.81	0.61	115.28
28	53,84	79.2	0.29	0.52	33.86
29	43,02	96.8	3.11	0.53	76.56
30	73,83	79.2	0.39	0.51	17.12
31	149,12	79.2	0.79	0.53	69.51
32	196,4	79.2	1.05	0.54	120.45
33	236,81	96.8	1.26	0.56	48.53
34	273,93	141	13.91	0.57	35.51
35	254,31	79.2	1.35	0.58	55.95
37	171,88	79.2	0.92	0.56	92.31
38	188,04	96.8	2.81	0.58	62.67
39	111,73	79.2	0.59	0.57	145.02
40	58,17	79.2	0.31	0.53	39.50
41	40	110.2	9.53	0.61	65.43
42	171,63	96.8	6.56	0.69	146.78
43	173,18	79.2	0.92	0.57	93.69
<b>Total (m)</b>	<b>5704,94</b>				

Après la simulation avec logiciel EPANET. Les résultats des pressions et les pertes charges au niveau des nœuds sont représentés dans le tableau suivant.

**Tableau VII-3.** Les pressions et les charges au niveau des nœuds du réseau

Nœud	Altitude (m)	Demande (l/S)	Pression (m)
N2	160.92	1.62	52.69
N3	150	0.61	58.91
N4	160.91	0.79	51.28
N5	145.52	1.42	61.86
N6	150.41	0.44	55.20
N7	144.84	1.28	54.55
N8	136.45	2.80	55.90
N9	140.80	1.16	19.56
N10	159.01	0.60	21.68
N11	170.18	0.70	19.92
N12	130.13	1.24	51.31
N13	180.94	1.49	16.32
N14	159.13	1.44	51.43
N15	158.12	1.59	52.01
N16	155.03	2.33	54.69
N17	148.12	2.31	55.53
N18	148.90	2.51	51.59
N19	136.97	2.35	63.26
N20	175.39	2.19	16.47
N21	140.71	1.85	15.15
N22	155.71	1.81	10.33
N23	150	1.76	19.24
N24	155.83	1.05	24.55
N25	145.75	2.22	57.94
N26	130.35	0.81	62.14
N27	119.03	1.07	59.42
N28	125.07	1.67	70.47
N29	140.51	1.62	58.31
N30	130.79	0.29	60.22
N31	125.42	0.39	68.55
N32	80.78	1.05	91.10
N33	135.68	0.79	52.78
N34	146.73	1.26	51.91
N35	142.66	3.03	57.33
N36	120.75	1.35	65.01
N37	151.40	2.83	20.78
N38	100.04	0.92	56.28

**Tableau VII-3.** Les pressions et les charges au niveau des nœuds du réseau (suite)

N39	100.52	0.31	57.58
N40	80.74	0.59	67.95
N41	90.99	1.91	69.41
N43	140	0.05	57.37
N44	120.23	0.92	58.92
<b>R</b>	214.5	-60.42	

**VII.4 Conclusion :**

A travers ce chapitre, on a dimensionné le réseau de distribution du secteur Tizi Ighil Ouazoug qui est dont le type de réseau ramifié. A l'aide du logiciel **EPANET**, on a déterminé les paramètres hydrauliques tels que le débit, pression, les diamètres et les pertes de charge. Tout le réseau est dimensionné en **PEHD (PN10)**, les diamètres intérieurs sont compris entre **176.2 mm** et **79.2 mm**.

# **Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

---

### Conclusion générale :

Tout au long de ce travail, nous avons fait une étude de diagnostic et de réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de secteur Tizi Ighil Ouazoug, commune Bejaïa, wilaya de Bejaïa. Au cours de cette étude, nous avons constaté que ce réseau est dépourvu de contrôle et de bonne gestion.

En se basant sur plusieurs photographies, nous avons pu cerner certains problèmes dont souffre le système que nous avons essayé de traiter. Selon la présente étude, la population de secteur Tizi Ighil Ouazoug atteindra **13879** habitants à l'horizon **2052** en se basant sur un taux d'accroissement moyen annuel de **1%**. La consommation pour cet horizon sera donc **3124.14 m<sup>3</sup>/j**.

Afin d'assurer le stockage de l'eau, nous avons vérifié la capacité des réservoirs existant qui alimentent le secteur Tizi Ighil Ouazoug, et on a trouvé que leurs capacités parviennent suffisamment à satisfaire les besoins des habitants en eau potable.

Pour le dimensionnement des conduites d'adduction par refoulement à partir de la station de pompage **IHEDDADEN 2** vers **Tizi Ighil Ouazoug**, nous avons choisi les diamètres les plus économiques avec des vitesses acceptables, comme on a opté pour la fonte ductile de diamètre **250 mm**. Afin d'assurer l'acheminement de l'eau jusqu'au consommateur, nous avons utilisé le catalogue **CAPRARI** pour le choix des pompes adéquates.

Dans l'ensemble des tronçons d'adduction par refoulement, nous avons constaté des pressions variées entre 10 bar et 60 bar. De ce fait les tronçons sont pas menacés par le coup de bélier.

Finalement, concernant la distribution, et à l'aide de logiciel **EPANET**, nous avons déterminé les dimensions du réseau de distribution d'eau potable de secteur Tizi Ighil Ouazoug. Après la simulation, on a constaté des pressions parfaites au niveau des nœuds. Le réseau est dimensionné avec des conduites en **PEHD PN 10** pour des diamètres intérieurs compris entre **79.2 mm et 176.2 mm**.

A la lumière de ce modeste travail et par le biais de cette conclusion, nous espérons avoir répondu à l'objectif fixé au départ.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] : Données recueillies auprès des services : APC de Bejaïa.
- [2] : Site Internet : [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr).
- [3] : Site Internet : [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).
- [4] : Données recueillies auprès des services : RGPH de Bejaïa.
- [5] : Données recueillies auprès du Bureau des études **COBA** et entreprise **EPAL**. [6]
- :**Carlier, M.** : ''Hydraulique général et appliqué'' Edition EYROLLES, 1980, 588 pages.
- [7] : **Bonin, J.**, Aide-mémoire d'Hydraulique urbaine, Editions Eyrolles, Paris, 1982.
- [8] : **Site Internet**, cours-génie-civil, [https:// www.cours-geniecivil.com/](https://www.cours-geniecivil.com/).
- [9] : **Iskounen, Y.**, Cours hydraulique AEP v1, Algérie, 8 Décembre 2015.
- [10] : **Cyril, G et Henri, G.**, Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales, Tome I, Paris 1985.
- [11] : Catalogue **HYDROCHOC**.
- [12] : Bordeaux des prix unitaire. Entreprise ALLPIPE ; production de tube en PEHD ; Email : [allipe.commercial15@gmail.com](mailto:allipe.commercial15@gmail.com)
- [13] : **Carlier, M.**, Hydraulique générale et appliqué, Editions Eyrolles, Paris, 1972.
- [14] : Dupont, A. (1979). Hydraulique Urbaine, Tome II : Ouvrages de transport-Elévation et distribution des eaux. Edition Eyrolles, Paris, 484 pages.
- [15] : **Rossman, L.A. (2003)**. EPANET 2.2, simulation hydraulique et qualité pour les réseaux d'eau sous pression. Manuel de l'utilisateur, 222 page

# **Annexes**



## Annexes

### Annexe (3) : Prix et pression nominale des conduites en PEHD PN10

Diamètre (mm)	L'épaisseur (mm)	Prix unitaire (DA)
20	2	40.15
25	2	51.23
32	2	64.47
40	2.4	97.69
50	3	150.53
63	3.8	238.48
75	4.5	338.61
90	5.4	446.80
110	6.6	665.64
125	7.4	843.99
160	9.5	1382.45
200	11.9	2162.92
250	14.8	3357.81
315	18.7	5057.83
400	23.7	8115.39
500	29.7	12616.15
630	37.4	19980.32

### Annexe(4): Prix et pression nominale des conduites en PEHDPN16

Diamètre (mm)	L'épaisseur (mm)	Prix unitaire (DA)
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

## Annexes

**Annexe(5):**Prix et pression nominale des conduites en PEHDPN20

<b>Diamètre (mm)</b>	<b>L'épaisseur (mm)</b>	<b>Prix unitaire (DA)</b>
20	2.3	41.00
25	3	65.00
32	3.6	101.00
40	4.5	158.00
50	5.6	244.00
63	7.1	391.00
75	8.4	547.00
90	10	792.00
110	12.3	1174.00
125	14	1519.00
160	17.9	2479.00
200	22.4	3884.00
250	27.9	6028.00
315	35.2	9600.00
400	44.7	15473.00

**Annexe(6):** Prix et pression nominale des conduites en PEHDPN25

<b>Diamètre (mm)</b>	<b>L'épaisseur (mm)</b>	<b>Prix unitaire (DA)</b>
20	3	49.00
25	3.5	72.00
32	4.4	116.00
40	5.5	180.00
50	6.9	281.00
63	8.6	442.00
75	10.3	627.00
90	12.3	899.00
110	15.1	1350.00
125	17.1	1736.00
160	21.9	2838.00
200	27.4	4451.00
250	34.2	6931.00
315	43.1	10994.00
400	54.7	17716.00

## Annexes

**Annexe 07 :** Les diamètres et pression nominale des conduites en fonte ductile.

DN : diamètre intérieur en (mm)	Longueur normalisée (m)	Diamètre extérieur : De (mm)	Épaisseur de la fonte : e (mm)	Masse moyenne par tuyau (kg)	Masse moyenne métrique (kg/m)
60	6.00	77	6.0	60.1	10,0
80	6.00	98	6.0	78.2	13,0
100	6.00	118	6.1	95.4	15,9
125	6.00	144	6.2	118.0	19,7
150	6.00	170	6.3	145.0	24,2
200	6.00	222	6.4	203.0	33,8
250	6.00	274	6.8	267.0	44,5
300	6.00	326	7.2	337.0	56,2
350	6.00	378	7.7	480.0	80,0
400	6.00	429	8.1	567.0	94,5
450	6.00	480	8.6	671.0	111,8
500	6.00	532	9.0	775.0	129,2
600	6.00	635	9.9	1007.0	167,8
700	7.00	738	10.8	1515.0	216,4
800	7.00	842	11.7	1856.0	265,1
900	7.00	945	12.6	2223.0	317,6
1000	7.00	1048	13.5	2621.0	374,4
1000	8.27	1048	13.5	3085.0	373,0
1100	8.27	1151	14.4	3604.0	435,8
1200	8.26	1255	15.3	4153.0	502,8
1400	8.19	1462	17.1	5543.0	676,8
1500	8.18	1565	18.0	6236.0	762,3
1600	8.18	1668	18.9	6942.0	848,7
1800	8.17	1875	20.7	8430.0	1031,8
2000	8.13	2082	22.5	10093.0	1241,5

# Annexes

**Annexe 08** : Rugosité uniforme équivalente pour quelques types de matériaux.

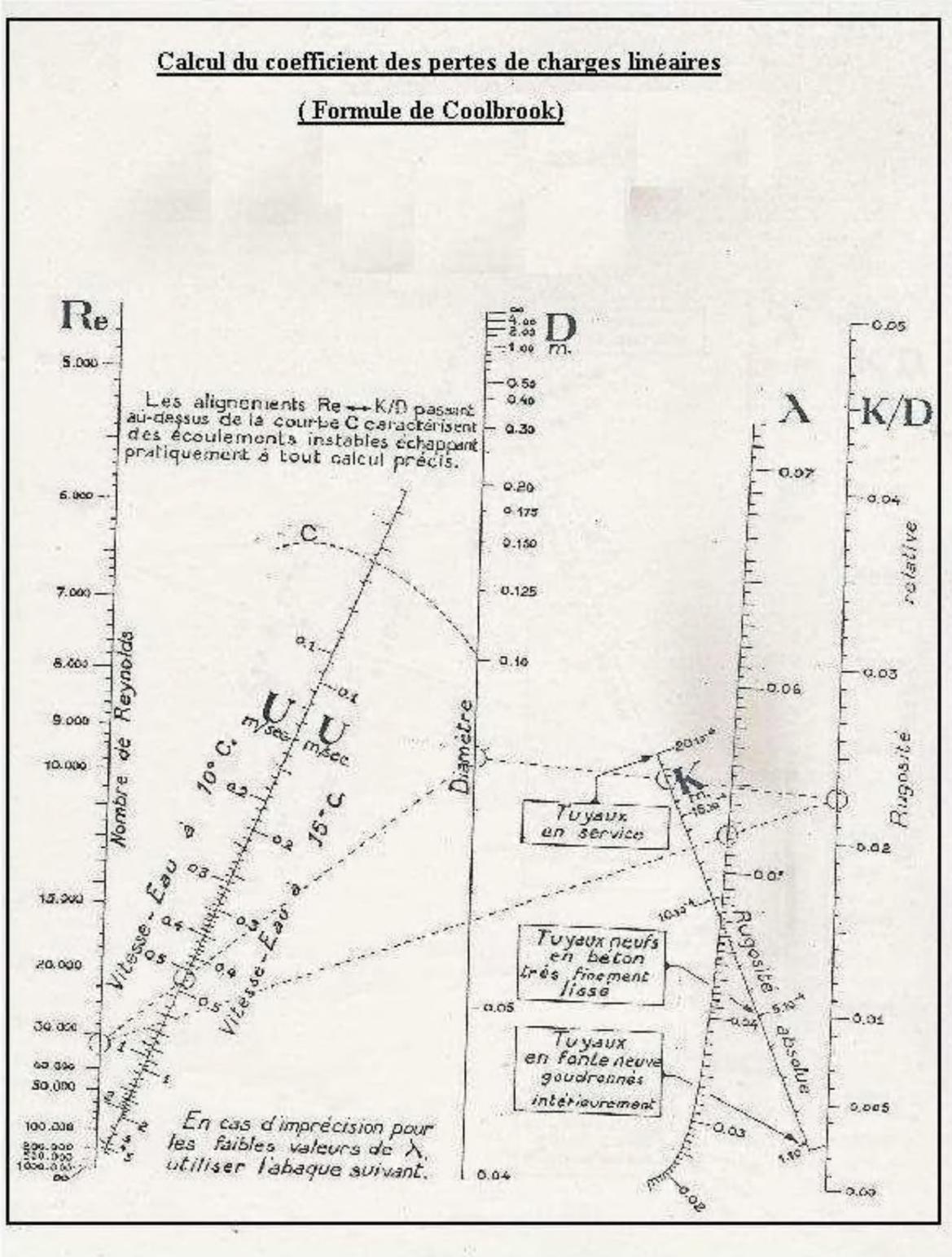
Nature	Rugosité (mm)
Tube de verre	$10^{-4}$
Tube en acier laminé neuf	5 à $10^{-4}$
Tube en acier laminé rouillé	0.15 à 0.25
Tube en acier laminé incrusté	1.5 à 3
Tube en acier soudé neuf	0.03 à 0.1
Tube en acier soudé rouillé	0.4
Tube en fer galvanisé	0.15 à 0.20
Tube de ciment lisse	0.3 à 0.8
Tube de ciment brut	Jusqu'à 3

**Annexe 09** : prix et pression unitaire des conduites en fonte ductile

DN (mm)	E (mm)	Prix (DA /m)
100	48	2800
125	48	3000
150	50	3300
200	54	3800
250	58	5750
300	62	6500
350	70	8750
400	78	11000
450	78	15300
500	78	19600
600	78	20300
700	78	24000

# Annexes

## Annexe 10 : Diagramme de COOLBROOK



# Annexes

## Annexe 11 : Caractéristiques de la pompe.



### Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV  
= ISO 9001:2000 =  
ISO 14001:2004

<b>PM 150/ 6 E</b> <b>Caractéristiques requises</b> Débit 46 l/s Hauteur de refoulement 120 m Fluide Eau potable Type d'installation Pompe seule N.be de pompes 1																										
<b>Caractéristiques de la pompe</b> Débit 58,2 l/s Hauteur de refoulement 133 m Puissance absorbée 99,5 kW Rendement 75,8% Hauteur manométrique H(Q=0) 160 m Orif. de refoulement DN 150 (UNI PN40)																										
<b>Caractéristiques moteur</b> Fréquence 50 Hz Tension nominale 400 V Vitesse nominale 1480 1/min Nombre de pôles 4 Puissance P2 132 kW Intensité nominale 226 A Type de moteur 3~ Classe d'isolation F Degré de protection IP 55																										
<b>Limites opérationnelles</b> Démarrages / h max. 5 Température maxi. du liquide pompé 90 °C Teneur maximum en matières solides 20 g/m <sup>3</sup> Densité max. 998 kg/m <sup>3</sup> Viscosité maxi. 1 mm <sup>2</sup> /s P2 maxi arbre pompe 348 kW																										
<b>Caractéristiques générales</b> Poids 1964 kg		<b>Caractéristiques de fonctionnement</b> ISO 9906 GRADE 2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Q [l/s]</th> <th>H [m]</th> <th>P [kW]</th> <th>Rend. [%]</th> <th>NPSH [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]																			
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]																						
<b>Matériaux</b> <table border="1"> <tr><td>Corps de refoulement</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Corps aspiration</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Roue</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Bague d'usure</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Corps d'étage</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Chemise</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Arbre</td><td>Acier inox</td></tr> <tr><td>Douille arbre</td><td>Acier inox</td></tr> <tr><td>Anneau d'étanchéité</td><td>Caoutchouc au nitrile</td></tr> <tr><td>Roulements à billes</td><td>Acier</td></tr> <tr><td>Stuffing box</td><td>Fonte</td></tr> <tr><td>Packing</td><td>Tresse graphitée</td></tr> </table>		Corps de refoulement	Fonte	Corps aspiration	Fonte	Roue	Fonte	Bague d'usure	Fonte	Corps d'étage	Fonte	Chemise	Fonte	Arbre	Acier inox	Douille arbre	Acier inox	Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile	Roulements à billes	Acier	Stuffing box	Fonte	Packing	Tresse graphitée	Dimensions mm A = 2885 B = 2416 C = 860 D = 351 DNa = 200/PN8-25 DNm = DN 150 (UNI PN40) E = 241 F = 400 G = 1616 H = 641 I = 870 L = 820 M = 22 N = 160 O = 55 P = 475 Q = 845 R = 941 V = 370
Corps de refoulement	Fonte																									
Corps aspiration	Fonte																									
Roue	Fonte																									
Bague d'usure	Fonte																									
Corps d'étage	Fonte																									
Chemise	Fonte																									
Arbre	Acier inox																									
Douille arbre	Acier inox																									
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile																									
Roulements à billes	Acier																									
Stuffing box	Fonte																									
Packing	Tresse graphitée																									
Notes:																										
Date 13.09.2022	Page 1	Offre n°	Pos.N°																							

## Résumé

Le présent travail consiste à établir une étude de diagnostic et de réhabilitation du réseau d'alimentation en eau du secteur Tizi Ighil Ouazoug wilaya de Bejaia. Après avoir récolté les données concernant le site et le système d'alimentation existant, on a procédé à l'estimation des besoins actuels et futurs. Par la suite, un diagnostic physique a été effectué et qui a fait ressortir toutes les insuffisances et les dysfonctionnements du réseau, ce qui nous a permis de dimensionner le réservoir et la conduite d'adduction. Par la suite on a remplacé la pompe de la station de pompage avec celle qu'on a choisi. A la fin, le dimensionnement du réseau de distribution a été fait avec le logiciel Epanet.

**Mots clés :** Diagnostic physique, réhabilitation, réservoir, Adduction, pompe, distribution.

## Abstract

The present work consists in establishing a diagnostic and rehabilitation study of the water supply network of the Tizi Ighil Ouazoug sector wilaya of Bejaia. After collecting data on the site and the existing power system, current and future needs were estimated. Subsequently, a physical diagnosis was carried out and which highlighted all the inadequacies and malfunctions of the network. Which allowed us to size the tank and the supply line. Subsequently, the pump at the pumping station was replaced with the one we chose. In the end, the sizing of the distribution network was done with the Epanet software.

**Keywords:** Physical diagnosis, rehabilitation, tank, supply, pump, distribution.

## المخلص

يتمثل العمل الحالي في إعداد دراسة تشخيصية و تأهيلية لشبكة إمدادات المياه التابعة لولاية قطاع تيزي إيغيل وازوغ في بجاية. بعد جمع البيانات عن الموقع ونظام الطاقة الحالي، تم تقدير الاحتياجات الحالية والمستقبلية. في وقت لاحق، تم إجراء تشخيص بدني والذي سلط الضوء على جميع أوجه القصور والأعطال في الشبكة، مما سمح لنا بحجم الخزان وخط الإمداد. في وقت لاحق، تم استبدال المضخة في محطة الضخ بالمضخة التي اخترناها. في النهاية، تم تحديد حجم شبكة التوزيع باستخدام برنامج

**الكلمات المفتاحية :** التشخيص البدني، إعادة التأهيل، الخزان، التوريد، المضخة، التوزيع