



Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique

Laboratoire de recherche en **Hydraulique appliquée et environnement**

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Mr STOUTAH Aghilas

Mr BACHIRI Nadjib

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

Option : **Hydraulique Urbaine**

INTITULE :

RÉHABILITATION DE LA CHAÎNE D'ADDUCTION DES VILLAGES TIFRITINE, TIZI ET TAGMA, COMMUNE DE FERAOUN W DE BEJAIA

Soutenu le **28 /10 /2021** devant le jury composé de :

- Président : **Mr AMIROUCHE M.**
- Promoteur (s) : **Mr HAMMOUCHE A.**
- Examineur (s) : **Mr LAHOUARI F.**

Année Universitaire : 2020/2021



Remerciements

Avant tous, je remercie dieu le tout puissant, de m'avoir donnée tout le courage pour mener ce travail à terme.

Je tien également à exprimer toutes mes reconnaissances à ceux qui au long de ce mémoire m'ont apporté leur soutien, en particulier :

Mon promoteur Mr. HAMOUCHE pour son soutien et sa patience tous le long de cette étude.

Le personnel de l'APC de Feraoun et la subdivision d'Amizour, particulièrement Mr HAMMACHE et MOHAND AMOKRANE pour avoir mis à notre disposition tout les documents nécessaire à l'élaboration de ce projet.

Tous ceux qui m'ont aidé dans ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi aux membres de jury d'avoir accepter de juger notre travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :

Mes très chers parents, qui n'ont pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai pour eux. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation. Que le dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

A mes frères Belaid et Juba.

A mes grandes sœurs Karima, Hakima et sabrina ainsi que leurs maris Hacen, Malik et Hamza et leurs enfants plus particulièrement le petit ange Aya.

A mes sœur Samira, Dihia, Fatima, Razika et Sonia.

A tous mes oncles et tentes, pour leurs soutient et bienveillance.

A mes très chers neveux et nièces, que j'adore beaucoup.

A tous mes ami(e) spécialement : Abdellah(avich), Khelifa, Massi, Samir, Djaafar, Mohand arab, Arab, Belaid, Moussa, Aziz, Menad, Salim, Yacine, Malik, Kaci et Theleli...

A tous ceux qui m'ont porté et me portent dans leurs cœurs.

Aghilas Carlos

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Toute ma familles mes chers parents qui ont sue être à la hauteur de leurs rôles de parents et que dieu les protèges ;

A mes chers frères Djamel et Amine et a tout mes amis

Nadjib

SOMMAIRE

Liste des symboles et abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale2

Chapitre I : Présentation du site

I.1. Introduction 4

I.2. Présentation de la commune de FERAOUN4

I.3. Situation géographique4

I.4. Situation topographique5

I.5 . Situation climatique5

I.5.1. Température 5

I.5.2. Vents6

I.6. Situation démographique6

I.7. Situation Hydrologique6

I.8. Les ressources en eau existantes dans la zone d'étude6

I.9. Conclusion6

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

II.1. Introduction8

II.2. Situation démographique de la zone d'étude8

II.3. Choix du taux d'accroissement8

II.4. Estimation de la population8

II.5. Norme de consommation9

II.6. Détermination de la consommation totale journalière10

II.7. Equipement existants10

II.8. Calcul des besoins.....11

II.8.1. Besoins domestique11

II.8.2. Besoins scolaires11

II.8.3. Besoins sanitaire11

II.8.4. Besoins socioculturels11

II.8.5. Besoins administratif12

II.8.6. Besoins commerciaux12

II.9. Estimation des besoins des équipements à l'horizon futur.13

II.10. Majoration de la consommation moyen journalier	13
II.11. Variation de la consommation journalière	14
II.12. Variation de la consommation horaire	15
II.12.1. Débit moyen horaire	15
II.12.2. Débit maximum horaire	15
II.13. Tableau récapitulatif	17
II.14. Conclusion	17
Chapitre III : Réservoir	
III.1.Introduction	19
III.2. Fonctions et utilités des réservoirs	19
III.3. Classification des réservoirs	19
III.3.1. La forme	19
III.3.2. Les matériaux de construction	19
III.3.3. L'emplacement	19
III.3.4. Le mode de fermeture	19
III.4. Emplacement des réservoirs	20
III.5. Choix du type de réservoir	20
III.6. Equipement des réservoirs	21
III.6.1. Une chambre de visite	21
III.6.2. Conduite de distribution	21
III.6.3. Conduite d'arrivée ou d'adduction	21
III.6.4. Conduite de trop plein	22
III.6.5. Conduite de vidange	22
III.6.6. Conduite de by-pass	23
III.6.7. Système de matérialisation de la réserve incendie	23
III.7. Entretien des réservoirs	24
III.8. Capacité du réservoir	25
III.8.1. Calcul du résidu P max	25
III.8.2. Le volume total du réservoir	25
III.8.3. Calcul du diamètre	26
III.8.4. Calcul de la hauteur d'incendie	26
III.8.5. Calcul de la hauteur d'eau disponible (à desservir)	26
III.8.6 La bache à eau	26

III.9. Dimensionnement des réservoirs et des stations de reprises.....	27
III.9.1. Dimensionnement de réservoir de la station de reprise SR01	27
III.9.2. Dimensionnement du réservoir R01	28
III.9.3. Dimensionnement du réservoir R02	30
III.9.4. Dimensionnement de réservoir de la station de reprise SR02	31
III.9.5. Dimensionnement de réservoir R03	33
III.9.6. Dimensionnement du réservoir R04.....	35
III.9.7. Dimensionnement du réservoir R05.....	37
III.10. Conclusion	39
Chapitre IV : Adduction	
IV.1. Introduction	41
IV.2.Choix du tracé	41
IV.3. Description du schéma d'adduction	41
IV.4. Choix du type des conduites	43
IV.5. Les équipements de l'adduction	43
IV.5.1. Les vannes de sectionnements	43
IV.5.2. Ventouse	44
IV.5.3. Les clapets anti-retour	45
IV.5.4. Crépine	45
IV.5.5. La vidange	45
IV.6. Prix des conduites	45
IV.7. Etude technico-économique	45
IV.7.1. Calcul du diamètre économique	46
IV.7.2. Calcul de la vitesse	46
IV.7.3. Calcul des pertes de charge	46
IV.7.3.1. Les pertes de charge linéaires ΔH_l	46
IV.7.3.2. Les pertes de charge singulières ΔH_s	48
IV.7.3.3. Les pertes de charge totales ΔH_t	48
IV.7.4. Détermination de la hauteur manométrique totale (Hmt)	48
IV.7.5. La puissance absorbée par la pompe	48
IV.7.6. Energie consommée par la pompe	48
IV.7.7.Frais d'exploitation	49
IV.7.8. Frais d'amortissement	49
IV.7.9. Calcul du bilan	49

IV.7.10. Calcul des conduites gravitaire	49
IV.8. Calcul des diamètres économiques	50
IV.8.1. Conduites de refoulement	50
IV.8.2. Conduites gravitaires	54
IV .9. Tableau récapitulatif des diamètres économiques	58
IV.10. Conclusion	59
Chapitre V : La pompe	
V.1. Introduction	61
V.2. Choix de la pompe	61
V.3. Classification des pompes	61
V.4. Constitution d'une pompe centrifuge	62
V.5. Courbe Caractéristique d'une conduite	62
V.6. Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge	63
V.7. La hauteur manométrique totale H_{mt}	63
V.8. La puissance absorbée P_a	64
V.9. Point de fonctionnement	64
V.10. Etude de la cavitation	68
V.10.1. NPSH requis (NPSH) _r	68
V.10.2. NPSH disponible (NPSH) _d	68
V.11. Choix des pompes pour les stations de reprise	69
V.12. Récapitulatif des résultats	76
V.13. Conclusion	76
Conclusion générale	78

Références bibliographique

Annexes

Liste des symboles et abréviations

Liste des symboles

A : Amortissement annuel.

BL : Bilan (DA).

C° : Degré Celsius.

Cp: Côte de l'axe de la pompe (m).

CR : Cote Radier (m).

CS : Coefficient de Sécurité (%).

CTP : Cote Trop Plein (m).

D : Diamètre de la conduite en (m).

D ext : Diamètre extérieur de la conduite (m).

D int: Diamètre intérieur de la conduite (m).

D max : Diamètre maximal de la conduite (m).

D min : 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).

e : Epaisseur de la conduite (mm).

eu : Le prix unitaire du Kwh en (DA).

Fam : Frais d'amortissement (DA).

Fexp : Frais d'exploitation (DA).

g : Accélération de la pesanteur ($g=9.81 \text{ m/s}^2$).

H : Hauteur du réservoir (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).

H_D : La hauteur d'eau disponible (m)

Hg : Hauteur géométrique (m).

Hinc : La hauteur d'incendie (m)

Hmt : Hauteur manométrique totale (m).

Hr : Hauteur géométrique de refoulement ;

H0 : Pression absolue de la conduite (m).

Liste des symboles et abréviations

- H1 : Hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (m).
- i : Taux d'annuité, 8% en Algérie.
- Ja: Perte de charge à l'aspiration en (m).
- Jr : Les pertes de charges au refoulement 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).
- 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 ($n_i = 30$ ans).
- 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.
- Pmax : Résidu maximal dans le réservoir en (%).
- P : Population prévisionnelle à l'horizon 2051.
- Pu : Prix du mètre linéaire de la conduite (DA/ml).
- Po : Population de l'année de référence 2021.
- P0: Pression en mètre de colonne d'eau au point d'aspiration (m).
- Q : Débit véhiculé dans la conduite (m^3/s).
- Qdom₂₀₂₁ : Besoins domestiques en 2021 (m^3/j).
- Qdom₂₀₅₁ : Besoins domestiques en 2051 (m^3/j).
- Qéquip₂₀₂₁: Besoins d'équipements en 2021 (m^3/j).
- Qéquip₂₀₅₁ : Besoins d'équipements en 2051 (m^3/j).

Liste des symboles et abréviations

- $Q_{\max.h}$: Débit maximum horaire (m^3/h).
- $Q_{\max.j}$: Débit maximum journalier (m^3/j).
- $Q_{\min.h}$: Débit minimum horaire (m^3/h).
- $Q_{\min.j}$: Débit minimum journalier (m^3/j).
- $Q_{\text{moy.h}}$: Débit moyen horaire (m^3/h).
- $Q_{\text{moy.j}}$: Consommation moyenne journalière des habitants (m^3/j).
- Q_{tot} : Débit domestique et débit équipement.
- Q_1 : Débit correspondant au point de fonctionnement (m^3/s).
- q : Dotation moyenne journalière ($l/j/hab$).
- R : Réservoir.
- Re : Nombre de Reynolds.
- R_{+max} : Résidu maximum positif.
- R_{-min} : Résidu maximum négatif.
- r : Coefficient de rognage.
- T : Taux d'accroissement de la population ($T=1.5\%$).
- T' : Temps d'arrêt de pompage (h).
- T_v : Pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.
- T° : Température de l'eau en degré.
- T°_{moy} : Température moyenne.
- t : Temps de pompage par jour ($t_p=20h$).
- t' : Nouveau temps de pompage (h).
- V : Vitesse de l'écoulement dans la conduite (m/s).
- V_e : Volume d'eau entrant dans le réservoir (m^3).
- V_{inc} : Volume d'incendie ($V_{inc} = 120 m^3$).
- $V_{\max}$: Vitesse maximale de l'écoulement qui est de $2 m/s$.
- $V_{\min}$: Vitesse minimale de l'écoulement qui est de $0.5 m/s$.
- V_n : Volume normalisé du réservoir (m^3).
- V_r : Volume de régularisation du réservoir (m^3).
- V_{sr} : Volume de la station de reprise (m^3).
- V_t : Volume total du réservoir (m^3).
- V_0 : Vitesse de l'eau dans la conduite en régime permanent initial (m/s).
- $\alpha_{\max}$: 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.

Liste des symboles et abréviations

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

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

θ : Angle de la vanne.

η : Rendement (%).

ν : Viscosité cinématique de l'eau (m^2/s).

λ : Coefficient de frottement de Darcy.

ξ : Coefficient d'ouverture de la vanne.

δ : Altitude du plan d'aspiration en (m).

ρ : La masse volumique (Kg/m^3).

ΔH_t : Perte de charge totale (m).

ΔH_v : Pertes de charge créées par la vanne (m).

ΔH_L : Pertes de charge linéaires (m).

ΔH_S : Pertes de charge singulières (m).

Liste des symboles et abréviations

Abréviations

AEP : Alimentation En Eau Potable.

APC : Assemblée Populaire Communale.

PE : Polyéthylène.

PEBD : Polyéthylène Basse Densité.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

PVC: Poly Chlorure de Vinyle.

PMA : Pression Maximale Admissible.

PN : Pression Nominale.

RGPH : Recensement Globale de la Population et de l'Habitat.

SR : Station de reprise.

Liste des figures

LISTE DES FIGURES

Figure (I-1): Plan de situation de la commune de FERAOUN	4
Figure (I.2): Relief en graphique de type secteurs ;;.....	5
Figure (II -1) : graphe d'évaluation de la population	9
Figure (III.1): Schéma général d'un réservoir semi-enterré	20
Figure (III.2) : Conduite de distribution	21
Figure (III.3) : Conduite d'adduction	22
Figure (III.4) : Conduite de vidange et trop plein	22
Figure (III.5) : Conduite de by –pass	23
Figure (III.6) : Système à deux prises	23
Figure (III.7) : Système à siphon	24
Figure (IV.1) : schéma du système d'adduction	42
Figure (IV.2) : Vanne à opercule	43
Figure (IV.3) : Vanne papillon	44
Figure (IV.4) : Ventouse automatique	44
Figure (IV.5) : Clapet anti-retour	45
Figure (V.1) : Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge	63
Figure (V.2) : Point de fonctionnement d'une pompe	64
Figure (V.3) : Recherche du point de fonctionnement désiré par réduction du temps de pompage	65
Figure (V.4) : Recherche du point de fonctionnement désiré par vannage	66
Figure (V.5) : Recherche du point de fonctionnement désiré par rognage	67
Figure (V.6) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR... ..	69
Figure (V.7) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR01	72
Figure (V.8) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR02	74

Liste des tableaux

LISTE DES TABLEAUX

Tableau (I.1) : Températures, moyennes mensuelles de la période 1972 à 1993	6
Tableau(II.1) : Répartition de la population pour l'année 2021	8
Tableau (II.2) : Evaluation de la population à différents horizons	9
Tableau (II.3) : Norme de consommation domestique	10
Tableau (II .4) : Equipement existants	10
Tableau (II .5) : Les besoins domestique	11
Tableau (II.6) : Besoins scolaires	11
Tableau (II.7) : Besoins sanitaire	11
Tableau (II.8) : Besoins socioculturels	12
Tableau (II.9) : Besoins administratif	12
Tableau (II.10) : Besoins commerciaux	12
Tableau (II.11) : Récapitulatif des besoins des équipement aux horizon 2021	13
Tableau (II.12) : Estimation des besoins des équipements	13
Tableau (II.13) : Majoration de la consommation moyenne journalier en tenant compte des fuites	14
Tableau (II.14) : La consommation moyenne, minimale et maximale journalière	15
Tableau (II.15) : Variation des valeurs β_{max}	15
Tableau (II.16) : Les valeurs β_{max} et $K_{max h}$ en fonction du nombre d'habitant	16
Tableau (II.17) : Les valeurs β_{mim} et $K_{min h}$ en fonction du nombre d'habitant	16
Tableau (II.18) : Les valeurs de la consommation maximale horaire	16
Tableau (II.19) : Récapitulatif des résultats	17
Tableau(III.1) : Dimensionnement de réservoir de la station reprise SR01	27
Tableau (III.2) : Dimensionnement du réservoir R01	28
Tableau (III.3) : Dimensionnement du réservoir R02	30
Tableau (III.4) : Dimensionnement de réservoir de la station reprise SR02	31
Tableau (III.5) : Dimensionnement du réservoir R03	33
Tableau (III.6) : Dimensionnement du réservoir R04	35

Liste des tableaux

Tableau (III.7) : Dimensionnement du réservoir R05.....	38
Tableau (IV.1) : Calcul des hauteurs manométrique totales du tronçon SR-SR01	50
Tableau (IV.2) : Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement	50
Tableau (IV.3) : Calcul du Bilan	51
Tableau (IV.4) : Calcul des hauteurs manométrique totales du tronçon SR01-SR02	51
Tableau (IV.5) : Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement	52
Tableau (IV.6) : Calcul du Bilan	52
Tableau (IV.7) : Calcul des hauteurs manométrique totales du tronçon SR02-R05	53
Tableau (IV.8) : Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement	53
Tableau (IV.9) : Calcul du Bilan	53
Tableau (IV.10) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR01-R01	54
Tableau (IV.11) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR01-R02	55
Tableau (IV.12) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR02-R03	57
Tableau (IV.13) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR02-R04	58
Tableau (IV.14) : Les diamètres calculés, la pression nominale et le matériau choisi pour chaque conduite de l'adduction étudiée	59
Tableau (V.1) : Récapitulatif des résultats	76

Introduction

Générale

Introduction générale

L'eau est source de vie. C'est ce que comprenaient les anciennes civilisations humaines qui prospéraient sur les rives des grands fleuves comme le Nil. Les pharaons, par exemple, avaient construit les premiers barrages et les premières canalisations pour répondre aux besoins essentiels de leurs citoyens et assurer le développement économique et social de leurs pays. Plus tard, les Romains, afin d'amener l'eau à portée de main du citoyen, avaient construit le premier tuyau à gravité à Rome. C'est dans cet esprit que les pays du monde s'efforcent de répondre aux besoins en eau des citoyens d'une part, et de protéger cette source des déchets et de la pollution d'autre part.

La commune de FERAOUN (wilaya de bejaia) se caractérise par sa situation en eau potable, qui est faible après l'assèchement progressif des puits et des sources qui l'alimentent.

L'objectif de notre travail est réhabilitation de la chaîne d'adduction des trois villages TAGMA, TIFRITINE et TIZI de la commune de Faraoun, par l'établissement d'un projet capable de résoudre ce problème, en contribuant à donner une solution rationnelle à court et long termes.

Notre étude sera menée comme suit :

Le premier chapitre fera l'objet d'une présentation du site, dans laquelle on trouve des données de base et bien d'autres caractéristiques de la localité.

Le second chapitre du projet sera consacré à la détermination des besoins en eau nécessaires pour satisfaire la population à l'horizon d'étude projeté.

Dans le troisième chapitre, on passera à la vérification de la capacité des ouvrages de stockage existants, et à la conception et dimensionnement de nouveaux ouvrages, en cas de nécessité, pour mieux harmoniser entre les demandes en eau et le développement démographique.

Tandis que le quatrième chapitre portera sur l'adduction, où on étudiera le choix du tracé, le type de conduites et l'étude technico-économique qui comportera le dimensionnement des conduites.

L'objectif du cinquième chapitre est le choix de la pompe adéquate qui devrait répondre aux exigences du projet.

En fin, une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation

du site

I.1. Introduction

La commune de FERAOUN fait partie des 52 communes de la wilaya de BEJAIA, qui bénéficiera des adductions secondaire à partir du transfert TICHY HAF (BEJAIA) afin de reprendre aux besoins en eau de la commune. Mais avant toute étude technique, il nous est nécessaire de présenter le site.

I.2. Présentation de la commune de FERAOUN

Feraoun est une localité situé, à 50 Km au sud de la wilaya de BEJAIA à environ 300 Km d'Alger la capitale. Son nom signifie (TEDJ) qui se définit comme étant une couronne. La commune est en effet entourée comme une couronne par les 12 villages qui la composent.

Issue du découpage administratif de 1984, la commune de FERAOUN fait partie de la daïra d'AMIZOUR. C'est une commune à vocation urbaine et s'étend sur une superficie totale de 41.29 km². Sa population s'élève à 16599 habitants d'après le dernier recensement de l'année 2018.

La densité de la population est de 402 habitant/km². [2]

I.3. Situation géographique

La commune de RERAOUN est située au sud de la wilaya de BEJAIA, elle est limitée par les communes (figue (I.1)) : [1]

- ✓ BARBACHA à l'est ;
- ✓ BENIDJELIL à l'ouest ;
- ✓ BENI MAOUCHE au sud-ouest ;
- ✓ BENI MOHLI (Wilaya de SETIF) au sud-est ;
- ✓ AMIZOUR au nord-est ;
- ✓ SEMAOUN au nord-ouest.



Figure (I.1): Plan de situation de la commune de FERAOUN [8]

I.4. Situation topographique

La majeure partie du territoire de la commune se situe en plein cœur de la chaîne des BABORS. Donc, elle hérite d'un relief tourmenté fait essentiellement de crête (montagnes), de creux, de ravins et lits d'oueds dont le plus important est l'oued AMACINE. En outre, on distingue une existence de piémonts et quelques replats, représentant l'unique structure géologique susceptible de recevoir une activité (voir figure (I.2)).

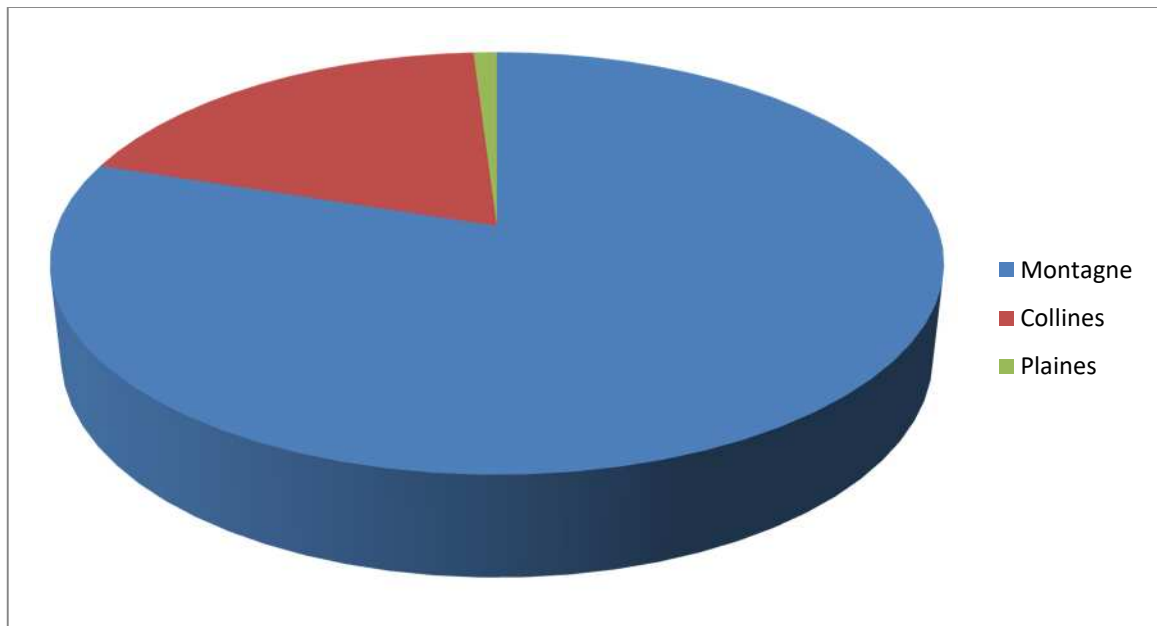


Figure (I.2): Relief en graphique de type secteur

I.5. Situation climatique

Au dépend de la situation géographique, la commune de Feraoun devait se doter d'un climat humide. En effet, elle se situe à vol d'oiseau à une trentaine de kilomètre à peine des cotes méditerranéennes, mais son enclavement dans le massif montagneux des BABORS lui confère un climat sub-humide.

I.5.1. Température

La commune connaît deux principales saisons, du point de vue température, et cela vu les spécificités géographiques de celle-ci.

Une saison chaude et sèche durant la période Avril-septembre, avec des pics de chaleur atteignant les 40°C. Une saison froide s'échelonnant d'octobre à mars, connaît une température maximale en Décembre-janvier. Le tableau ci-après résume les températures moyennes mensuelles enregistrées pendant la période entre 1972-1993. La valeur moyenne enregistrée pendant cette période est de 17.4c° (voir le tableau (I.1)).

Tableau (I.1) : Températures, moyennes mensuelles de la période 1972 à 1993 [8]

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Ooc	Nov	Dec
T°moy (c°)	11.7	11.9	14.6	14.6	17.5	21.1	23.6	24.6	23.3	19.7	15.6	13
T°min (c°)	7.5	7.5	8.5	10.1	13	16.7	19.4	20.3	18.6	15.1	11	8.9

I.5.2. Vents

La commune est balayée en hiver par les vents du sud-est et se trouve à l'occasion exposée au souffle du sirocco enregistré durant les mois de Juin, Juillet et Août.

I.6. Situation démographique

La population de la commune de FERAOUN s'élève à 18873 tandis que celle de la zone d'étude atteint 6599 âmes selon les données recueillies auprès de l'APC de FERAOUN et la subdivision d'AMIZOUR (RGPH 2018). [1,2]

I.7. Situation Hydrologique

Vu le profil accidenté de la région, le relief canalise les précipitations par un réseau hydrographique dense de ravins hiérarchisé et des ruisseaux dus au régime pluvial, à fortes pluies, s'écoulant l'oued AMACINE, lui-même, se déverse dans l'oued SOUMMAM.

La carence de barrages et retenues collinaires (une seule retenue réalisée par les villageois pour l'irrigation et l'abreuvement à AKNTAS), fait que l'essentiel des eaux de pluies se perd directement par ruissellement dans la méditerranée.

Les eaux infiltrées restent très faibles en raison de la de la structure géologique du sol, et de la nature du terrain en forte pente.

I.8. Les ressources en eau existantes dans la zone d'étude

Notre zone étude, à savoir les villages TIFRITINE, TIZI et TAGMA s'alimente de quatre sources comme suites [1]

- ❖ *AINSER OUFARAS* : alimente les trois villages TIFRITINE, TIZI et TAGMA ;
- ❖ *AINSER ANSA* : alimente uniquement le village TIFRITINE ;
- ❖ *AINSER ADRARE* : alimente le village TIFRITINE ;
- ❖ *Un PUIT ADRARE* : alimente les villages TIFRITINE et TIZI.

I.9. Conclusion

Ce chapitre nous a donné un aperçu sur la zone d'étude, et ce avant d'entamer l'AEP des villages site ci dessus

Cette étude se fera en fonction des besoins de la population qui est objet du prochain chapitre.

Chapitre II

Estimation

des besoins en

eau

II.1. Introduction

Les besoins en eau varient en fonction des types de consommateurs (domestique, sanitaire, ...) .c'est pour quoi il est nécessaire de procéder au recensement de toutes leurs catégories et ainsi d'avoir leurs normes de consommation unitaire, 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 région étudiée comporte 3 villages dont la population globale est de 6599 habitants, d'après le recensement effectué par les services de la planification et de l'aménagement du territoire (RGPH 2018). [1]

La population de chaque village est répartie comme indiqué dans le tableau (II.1).

Tableau(II.1) : Répartition de la population pour l'année 2018

Village	Nombre d'habitant	Pourcentage(%)
TIFRITINE	3347	50,72
TIZI	2391	36,23
TAGMA	861	13,05
Totale	6599	100

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 1.5% selon la subdivision d'hydraulique d'Amizour. [2]

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 intrets composés est exprimée par la formules suivante :

$$P_n = P_0 (1+T)^n \quad (II.1)$$

Sachant que :

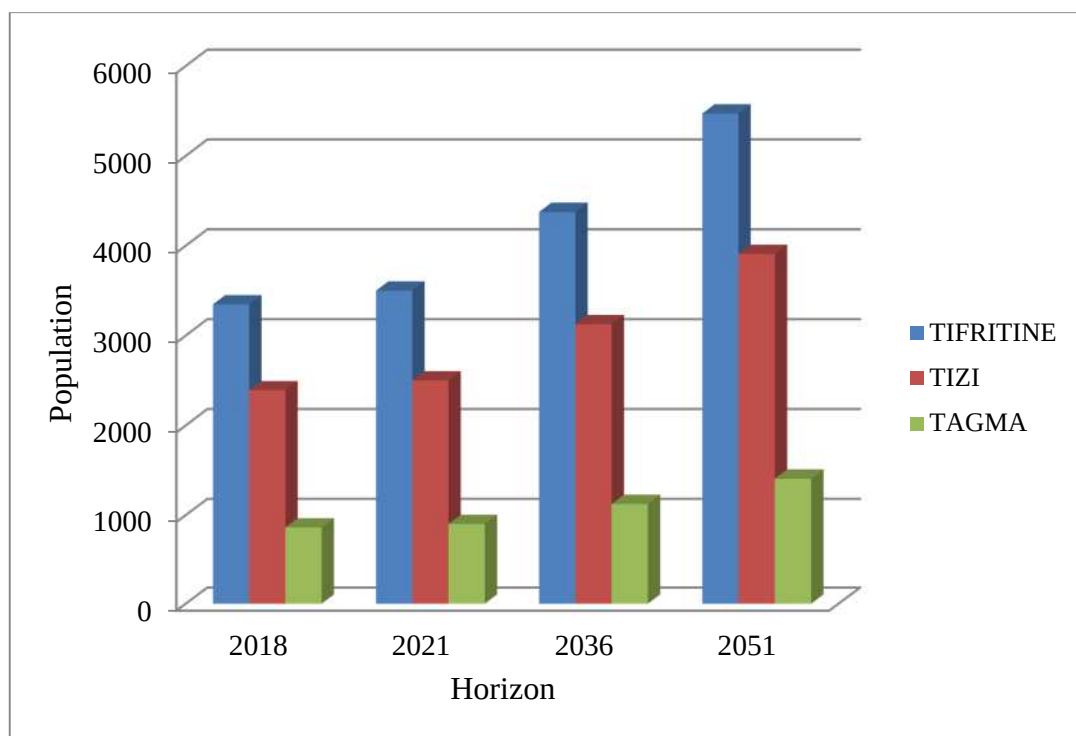
- **P_n** : population future a à l'horizon considéré ;
- **P₀** : population de l'année de référence ;
- **T** : taux d'accroissement annule de la population 1.5% ;
- **n** : nombre d'année séparant l'année de référence et l'horizon considéré.

Les populations aux différents horizons sont récapitulées dans le tableau (II.2) suivant :

Tableau (II.2) : *Evaluation de la population à différents horizons*

Village	Horizons			
	2018	2021	2036	2051
TIFRITINE	3347	3500	4376	5471
TIZI	2391	2500	3126	3908
TAGMA	861	900	1125	1407
Totale	6599	6900	8627	10786

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.

Tableau (II.3) : Norme de consommation domestique

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

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

II.6. Détermination de la consommation totale journalière

La consommation totale journalière en tenant compte des différents types de consommation (besoins domestique, besoins scolaire, besoins socioculturel, besoins sanitaire, besoins administratif, besoins commerciaux) est déterminée par la formule suivante :

$$Q_{\text{tot}} = \sum (q_i \times N_i / 1000) \quad (\text{II.2})$$

Avec :

- Q_{tot} : consommation totale journalière (m^3/j) ;
- q_i : dotation moyenne journalière (l/j/cons) de la catégorie (i) ;
- N_i : nombre de consommation de la catégorie (i).

II.7. Equipements existants

Les équipements existants dans les villages sont représentés dans le tableau (II.4) suivant : [1]

Tableau (II.4) : Equipements existants

Village	Equipement	Nbr d'équipement	
TIFRITINE	Scolaire	01	Ecole primaire
		01	C.E.M.
	Sanitaire	01	Salle de soin
	Socioculturel	01	Mosquée
		01	Salle d'activité
	Administration	01	E. Civil
	commerciaux	04	Cafétérias
		02	Salon de coiffure + douche
TIZI	Scolaire	01	Ecole primaire
	Socioculturel	01	Mosquée
	Administration	01	E. Civil
		01	Agence postale
	commerciaux	01	Cafétérias
		02	Salon de coiffure + douche
TAGMA	Scolaire	01	Ecole primaire
	Socioculturel	01	Mosquée

II.8. Calcul des besoins

II.8.1. Besoins domestiques

Les besoins domestiques sont le produit entre le nombre d'habitant de chaque village par la norme de consommation (150 l/j/hab).

Tableau (II.5) : les besoins domestique

Village	Population		Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)	
	2021	2051	\	2021	2051
TIFRITINE	3500	5471	150	525	820,65
TIZI	2500	3908	150	375	586,20
TAGMA	900	1407	150	135	211,05
Totale	6900	10786	150	1035	1617,9

II.8.2. Besoins scolaires

Les besoins scolaires en eau sont représentés dans le tableau (II.6) suivant :

Tableau (II.6) : Besoins scolaires

Village	Equipement	Effectif	Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)
TIFRITINE	Ecole primaire	177	15	2,66
	C.E.M.	171	15	2,57
TIZI	Ecole primaire	104	15	1,56
TGMA	Ecole primaire	60	15	0,9
Totale	\	512	\	7,69

II.8.3. Besoins sanitaires

La région étudiée contient une seule salle de soin, située au niveau du village Tizi.

Le tableau (II.7) représente les besoins sanitaires :

Tableau (II.7) : besoins sanitaire

Village	Type d'équipement	Surface (m ²)	Dotation (l/j/m ²)	Besoins (m ³ /j)
TIFRITINE	Salle de soin	100	5	0,5
Total	\	100	\	0,5

II.8.4. Besoins socioculturels

Les équipements socioculturels disponibles se limitent aux mosquées, chaque village dispose d'une mosquée.

Les besoins socioculturels sont représentés dans le tableau (II.8) suivant :

Tableau (II.8) : besoins socioculturels

Village	Equipement	Nbr de fidèles	Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)
TIFRITINE	mosquée	750	15	11,25
	Salle d'activité	45	60	2,70
TIZI	mosquée	500	15	7,5
TAGMA	mosquée	150	15	2,25
Totale	\	1445	\	23,7

II.8.5. Besoins administratifs

Les besoins administratif en eau sont représentés dans tableau (II.9) suivante :

Tableau (II.9) : Besoins administratifs

Village	Type équipement	Nbr d'employé	Dotation (l/j/emp)	Besoins (m ³ /j)
TIZI	Antenne administrative	05	10	0,05
	Agence postale	07	10	0,07
TIFRITINE	Antenne administrative	07	10	0,07
Total	\	19	\	0,19

II.8.6. Besoins commerciaux

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau (II.10) suivant :

Tableau (II.10) : besoins commerciaux

Village	équipements	Nbr d'équipement	Dotation (l/j/equi)	Besoins (m ³ /j)
TIFRITINE	Cafétérias	04	400	1,6
	Salle de coiffure + douche	02	600	1,2
TIZI	Cafétérias	01	400	0,4
	Salle de coiffure + douche	02	600	1,2
Totale	\	09	\	4,4

II.9. Estimation des besoins des équipements à l'horizon futur

Tableau (II.11) : récapitulatif des besoins des équipements aux horizons 2021

Village	Besoins scolaire (m ³ /j)	Besoins sanitaire (m ³ /j)	Besoins socioculturel (m ³ /j)	Besoins administratif (m ³ /j)	Besoins commerciaux (m ³ /j)	Total (m ³ /j)
TIFRITINE	5,23	0,5	13,95	0,07	2,8	22,55
TIZI	1,56	-	7,5	0,12	1,6	10,78
TAGMA	0,9	-	2,25	-	-	3,15
Total	7,69	0,5	23,7	0,19	4,4	36,48

Après avoir estimé les besoins des équipements, on obtient une demande en eau des équipements pour l'horizon 2021. Pour estimer les besoins des équipements projetés, on fait intervenir le rapport entre les besoins d'équipements et les besoins domestiques de chaque village et sur la base de ce rapport, on estime les besoins projetés d'équipement pour l'horizon voulu, en appliquant la formule suivante : [4]

$$\frac{Q_{\text{équi 2021}}}{Q_{\text{dom 2021}}} = \frac{Q_{\text{équi 2051}}}{Q_{\text{dom 2051}}} \quad (\text{II.3})$$

Avec :

- **Q_{équi 2021}** : besoins d'équipements en 2021 (m³/j) ;
- **Q_{équi 2051}** : besoins d'équipements en 2051 (m³/j) ;
- **Q_{dom 2021}** : besoins domestiques en 2021 (m³/j) ;
- **Q_{dom 2051}** : besoins domestiques en 2051 (m³/j).

Les résultats sont représentés dans le tableau (II.12) suivant :

Tableau (II.12) : Estimation des besoins des équipements

Village	Besoins domestique (m ³ /j)		Besoins équipement (m ³ /j)		Total (m ³ /j)	
	2021	2051	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	525	820,65	22,55	35,25	547,55	855,9
TIZI	375	586,2	10,78	16,85	385,78	603,05
TGMA	135	211,05	3,15	4,93	138,15	215,98
Total	1035	1617,9	36,48	57,03	1071,48	1674,93

II.10. Majoration de la consommation moyenne journalier

Majoration de la consommation moyenne journalier s'obtient en tenant compte des fuites des conduites, et dans le but de compenser ces fuites, on applique une majoration de 20% à la consommation moyenne journalière, donnée par :

$$Q_{\text{maj j}} = Q_{\text{tot}} + 0,2 \times Q_{\text{tot}} \quad (\text{II.4})$$

Avec :

- $Q_{maj j}$: Débit moyen journalier majoré (m^3/j);
- Q_{tot} : Débit domestique et débit équipement (m^3/j).

Tableau (II.13) : Majoration de la consommation moyen journalier en tenant compte des fuites

Village	Besoins total (m^3/j)		Fuites (m^3/j)		$Q_{maj j}$ (m^3/j)	
	2021	2051	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	547,55	855,9	109,51	171,18	657,06	1027,08
TIZI	385,78	603,05	77,16	120,61	462,94	723,66
TAGMA	138,15	215,98	27,63	43,2	165,78	259,18
Total	1071,48	1674,93	214,3	334,99	1285,78	2009,92

II.11. Variation de la consommation journalière

La consommation d'eau journalière varie d'un jour à l'autre elle ne suit pas un chemin régulier, on la caractérise par les coefficients d'irrégularité $k_{min j}$ et $k_{max j}$ tels que :

$$Q_{min j} = K_{min j} \times Q_{maj j} \quad (II.5)$$

Et :

$$Q_{max j} = K_{max j} \times Q_{maj j} \quad (II.6)$$

Avec :

- $Q_{min j}$: consommation minimale journalière qui correspond à la journée la moins chargée de l'année (m^3/j) ;
- $Q_{max j}$: consommation maximale journalière qui correspond à la journée la plus chargée de l'année (m^3/j) ;
- $Q_{maj j}$: consommation moyenne journalière majoré (m^3/j).

$K_{min j}$, $K_{max j}$: coefficient d'irrégularité minimale et maximale qui sont fonction de l'importance de l'agglomération.

$K_{min j}$ est compris entre 0,7 et 0,9 ;

$K_{max j}$ est compris entre 1,1 et 1,3.

Dans notre étude, on prendra 0,7 pour $k_{min j}$ et 1,3 pour $k_{max j}$

D'où : $Q_{min j} = 0,7 \times Q_{maj j}$

$Q_{max j} = 1,3 \times Q_{maj j}$

Les résultats sont représentés dans le tableau (II.14) suivant :

Tableau (II.14) : La consommation moyenne, minimale et maximale journalière

Village	$Q_{\text{maj j}} \text{ (m}^3/\text{j)}$		$Q_{\text{min j}} \text{ (m}^3/\text{j)}$		$Q_{\text{max j}} \text{ (m}^3/\text{j)}$	
	2021	2051	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	657,06	1027,08	459,94	718,96	854,18	1335,20
TIZI	462,94	723,66	324,06	506,56	601,82	940,76
TAGMA	165,78	259,18	116,05	181,43	215,51	336,93
Total	1285,78	2009,92	900,05	1406,94	1671,51	2612,9

II.12. Variation de la consommation horaire

II.12.1. Débit moyen horaire

La consommation moyenne horaire est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy h}} = \frac{Q_{\text{max j}}}{24} \quad (\text{II.7})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy.h}}$: Débit moyen horaire (m^3/h) ;
- $Q_{\text{max.j}}$: Débit maximum journalier (m^3/j).

Les résultats du débit horaire sont regroupés dans le tableau (II.15) suivant.

Tableau(II.15): Débit moyen horaire des différents villages

Village	$Q_{\text{max j}} \text{ (m}^3/\text{j)}$		$Q_{\text{moy h}} \text{ (m}^3/\text{h)}$	
	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	854,18	1335,20	35,59	55,63
TIZI	601,82	940,76	25,08	39,2
TAGMA	215,51	336,93	8,98	14,04
Total	1671,51	2612,9	69,65	108,87

II.12.2. Débit maximum horaire

La consommation maximum horaire ($Q_{\text{max h}}$) change selon les heures de la journée et on caractérise la variation de ce dernier par le coefficient $k_{\text{max h}}$:

$$Q_{\text{max h}} = K_{\text{max h}} \times Q_{\text{moy j}} / 24 \quad (\text{II.8})$$

Avec :

- $Q_{\text{max h}}$: La consommation maximale horaire (m^3/h) ;
- $K_{\text{max h}}$: Le coefficient d'irrégularité maximale horaire.

Le coefficient de variation $K_{\text{max h}}$ est déterminée comme suite :

$$K_{\text{max h}} = \alpha_{\text{max}} \times \beta_{\text{max}} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

- $\alpha_{\max}$: coefficient qui dépend du niveau de vie et de confort, il est compris entre 1,2 et 1,4

Pour notre étude on prend : $\alpha_{\max} = 1,2$.

- $\beta_{\max}$: Les coefficients qui dépends du nombre d'habitant, et seront déterminés par la méthode d'interpolation à l'aide du tableau (II.16) suivant :

Tableau (II.16) : variation des valeurs $\beta_{\max}$

Nbr d'habitant $\times 10^3$	<1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	$>10^3$
$\beta_{\max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1

Les valeurs de $K_{\max h}$ sont représentés dans le tableau (II.17) suivant :

Tableau (II.17) : Les valeurs $\beta_{\max}$ et $K_{\max h}$ en fonction du nombre d'habitant

Village	population		$\alpha_{\max}$	$\beta_{\max}$		$K_{\max h}$	
	2021	2051		2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	3500	5471	1,2	1,53	1,43	1,84	1,72
TIZI	2500	3908	1,2	1,6	1,51	1,92	1,81
TAGMA	900	1407	1,2	2	1,84	2,4	2,21

De ce fait nous allons porter les valeurs de $Q_{\max h}$ pour les différents horizons dans le tableau (II.18) suivant :

Tableau (II.18) : les valeurs de la consommation maximale horaire

Village	$Q_{\text{moy } h} (\text{m}^3/\text{h})$		$K_{\max h}$		$Q_{\max h} (\text{m}^3/\text{h})$	
	2021	2051	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	35,59	55,63	1,84	1,72	65,49	95,68
TIZI	25,08	39,2	1,92	1,81	48,15	70,95
TAGMA	8,98	14,04	2,4	2,21	21,55	31,03
Total	69,65	108,87	\	\	135,19	197,66

II.13. Tableau récapitulatif

Les résultats trouvés précédemment sont récapitulés dans le tableau (II.19) suivant :

Tableau (II.19) : récapitulatif des résultats

Village	population		Q _{moy j} (m ³ /j)		Q _{max j} (m ³ /j)	
	2021	2051	2021	2051	2021	2051
TIFRITINE	3500	5471	657,06	1027,08	854,18	1335,20
TIZI	2500	3908	462,94	723,66	601,82	940,76
TGMA	900	1407	165,78	259,18	215,51	336,93
Total	6900	10786	1285,78	2009,92	1671,51	2612,9

II.14. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons estimé les besoins en eau potable de ces trois villages en tenant compte des différents consommations pour pouvoir dimensionner l'ensemble des ouvrages de stockages et de transport d'eau.

Le débit maximum journalier est de **2612,9** m³/j, c'est-à-dire un débit de **30.24** l/s, avec un nombre de population de **10786** habitants.

Chapitre III

Réservoirs

III.1. Introduction

Le réservoir est un ouvrage hydraulique aménagé pour stocker de l'eau, soit potable, destinée à la consommation publique, il est situé entre l'adduction et la distribution.

Il est nécessaire qu'il présente certaines caractéristiques, parmi elles :

- Conservation de l'eau à une température constante ;
- Résistance aux attaques chimiques de l'eau ;
- Résistance contre la pression de l'eau ;
- Étanchéité de la paroi intérieure pour éviter les fuites.

III.2. Fonctions et utilités des réservoirs

Les principales fonctions et utilités des réservoirs sont : [1,2]

- La compensation des écarts entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la consommation (débit de pointe et autres) ;
- Une réserve pour les imprévus (rupture, panne de pompage ...) ;
- La régularité dans le fonctionnement du pompage, les pompes refoulent à un débit constant ;
- Régularise l'eau dans le réseau de distribution ;
- Économie d'utilisation de l'énergie ;
- Lutter contre incendies.

III.3. Classification des réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés selon :

III.3.1. La forme

- Carrée ;
- Rectangulaire ;
- Circulaire ;
- De forme quelconque.

III.3.2. Les matériaux de construction

- Réservoir en béton armé, ordinaire ou précontraint ;
- Réservoir métallique ;
- Réservoir en maçonnerie.

III.3.3. L'emplacement

- Réservoir semi-enterré ;
- Réservoir enterré ;
- Réservoir surélevé.

III.3.4. Le mode de fermeture

- Réservoirs couverts ;
- Réservoirs fermés.

III.4. Emplacement des réservoirs

L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissements et d'exploitations. Donc, nous devons prendre en considération les facteurs suivant :

- Le point le plus bas à alimenter ;
- La hauteur maximale des immeubles ;
- Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu' au point le plus défavorable de la zone concerné ;
- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité ;
- La pression doit être suffisante pour satisfaire les abonnés.

III.5. Choix du type de réservoir

Vu le relief très accidenté de la zone d'étude, notre choix est fixé sur des réservoirs enterrés, semi-enterrés et circulaires car ils présentent les avantages suivants :

- L'étanchéité est facile à réaliser ;
- L'étude architecturale simplifiée ;
- Conservation de l'eau emmagasinée à une température constante ;
- Economie sur les frais de construction ;
- Résistance contre l'attaque chimique de l'eau.

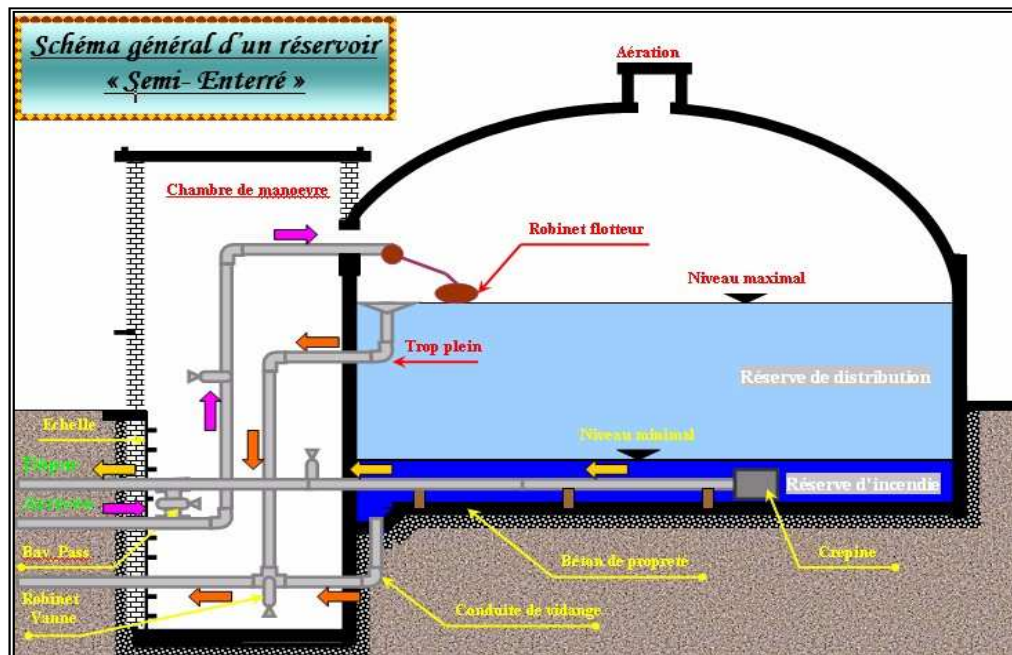


Figure (III.1): Schéma général d'un réservoir semi-enterré

III.6. Equipement des réservoirs

III.6.1. Une chambre de visite

Appelée aussi chambre sèche ou chambre de vanne, c'est la partie du réservoir où les agents peuvent faire des prélèvements d'eau, contrôler les compteurs généraux ou inspecter le niveau du réservoir. Pour des raisons d'hygiène et de sécurité, il est impératif de rester dans cette partie du réservoir pour ne pas contaminer l'eau stockée. la chambre de visite contient tous les appareils hydraulique nécessaire au bon fonctionnement du réservoir à savoir le compteur d'eau, les vannes de sectionnement, la ventouse automatique, le réducteur de pression, etc.

III.6.2. Conduite de distribution

C'est la conduite qui véhicule l'eau du réservoir (cuve) vers l'agglomération. Son orifice sera disposé à l'opposé de la conduite d'arrivée ; elle est placée à quelques centimètres (15/20 cm) au-dessus du fond de la cuve, pour éviter l'introduction de matières en suspension de l'air. L'extrémité est munie d'une crépine courbée afin d'éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse, permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite (Figure (III.2)) [2].

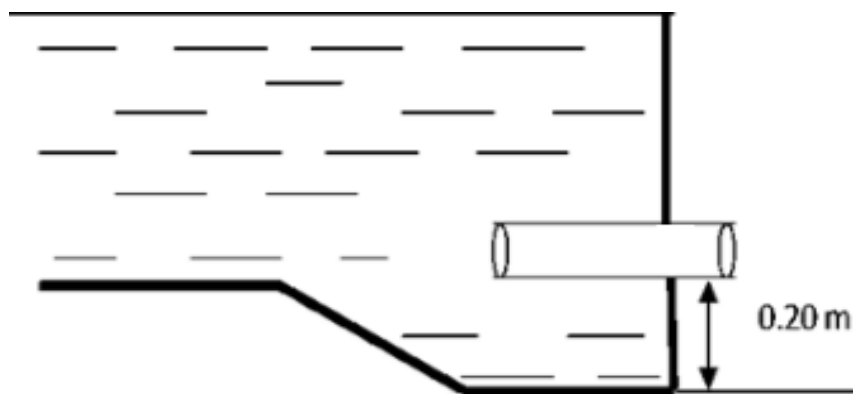


Figure (III.2) : Conduite de distribution

III.6.3. Conduite d'arrivée ou d'adduction

L'adduction est faite par refoulement, arrivée dans la cuve en siphon noyé (à la partie supérieure de la cuve), ou par le bas placé à l'opposé de la conduite de départ, afin de provoquer le brassage ; par conséquent, un dispositif de contrôle situé au niveau de la station de pompage permet le déclenchement de l'arrêt ou de la mise en marche des pompes, comme le montre la figure (III.3) ci-après.

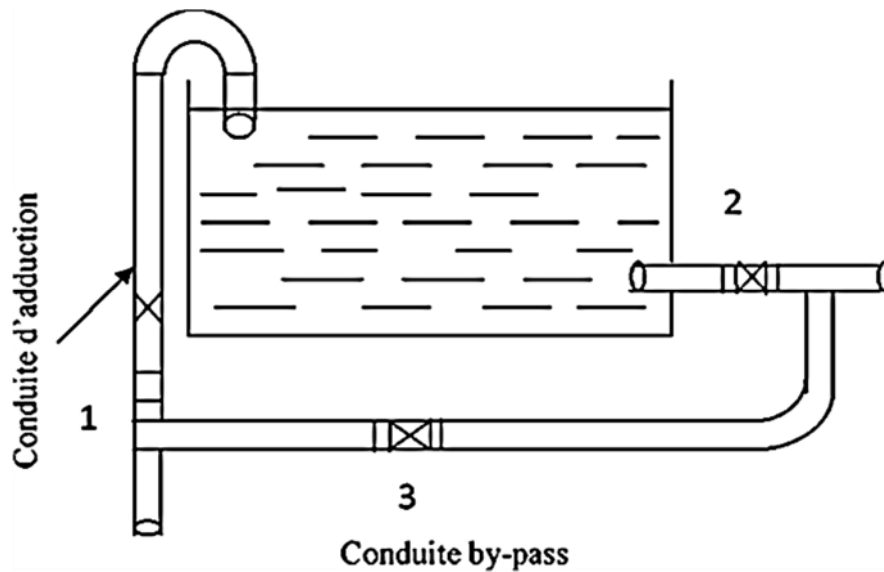


Figure (III.3) : Conduite d'adduction

III.6.4. Conduite de trop plein

La conduite de trop-plein est une conduite terminée par un bout en forme d'entonnoir qui a pour but d'évacuer le débit d'adduction arrivant au réservoir lorsque le niveau d'eau dans ce dernier atteint la limite maximale. Pour éviter d'éventuelle pollution ou introduction d'animaux ou de moustiques qui pourraient ainsi pénétrer dans le réservoir, on aménagera un joint hydraulique, constitué par un siphon qui maintiendra en eau un tronçon de la conduite.

III.6.5. Conduite de vidange

Elle permet la vidange du réservoir ou le château d'eau, en cas de nettoyage ou d'éventuelles réparations, il est nécessaire de prévoir la vidange au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein. Elle est munie d'un robinet vanne qui doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable qui entraîne une difficulté de manœuvre. On a intérêt à n'effectuer cette vidange que sur un réservoir préalablement presque vidé. Il s'effectue selon le schéma de la figure (III.4) ci-après. [3]

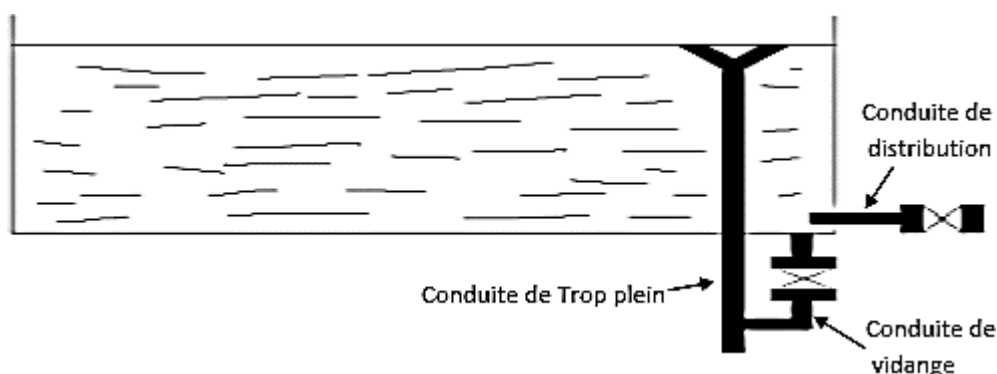


Figure (III.4) : Conduite de vidange et trop plein

III.6.6. Conduite de by-pass

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution, elle assure la distribution pendant le nettoyage, son fonctionnement est le suivant [3] :

- Fonctionnement normal : les vannes 1 et 2 sont ouvertes, la vanne 3 est fermée.
- En by-pass : les vannes 1 et 2 sont fermées, la vanne 3 est ouverte. Comme la montre la figure (III.5) ci-après :

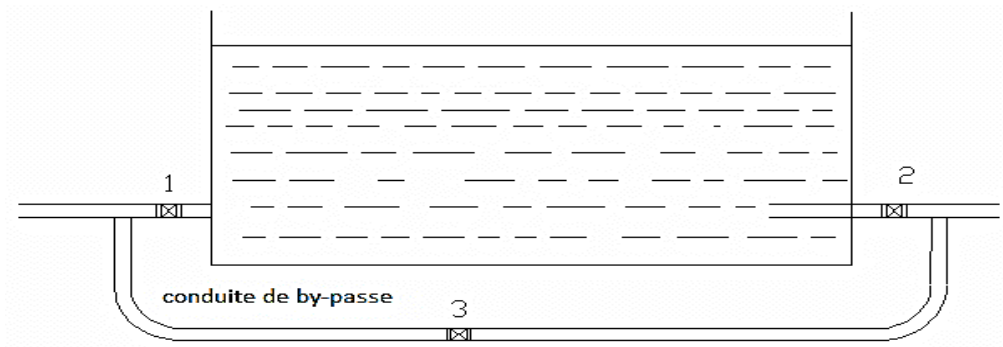


Figure (III.5) : Conduite de by-pass

III.6.7. Système de matérialisation de la réserve incendie

Ce système est rarement utilisée, la réserve d'incendie est maintenue constamment pleine et n'est pas convenablement renouvelée.

- Système à deux prises
 - ✓ En régime normal : La vanne (1) fermée et (2) ouverte (figure (III.6)) ;
 - ✓ En cas d'incendie : La vanne (1) est ouverte.

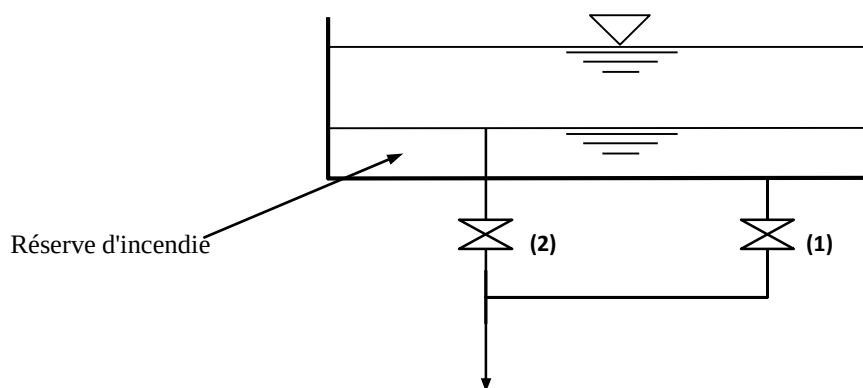


Figure (III.6) : Système à deux prises

➤ Système à siphon

Ce système a pour avantage le renouvellement de la réserve incendie. Quand le niveau atteint son minimum (figure (III.7)).

- ✓ En régime normal : Les vannes (1) et (3) sont ouvertes et la vanne (2) est fermée
- ✓ En cas d'incendie : La vanne (1) est fermée et (2) est ouverte.

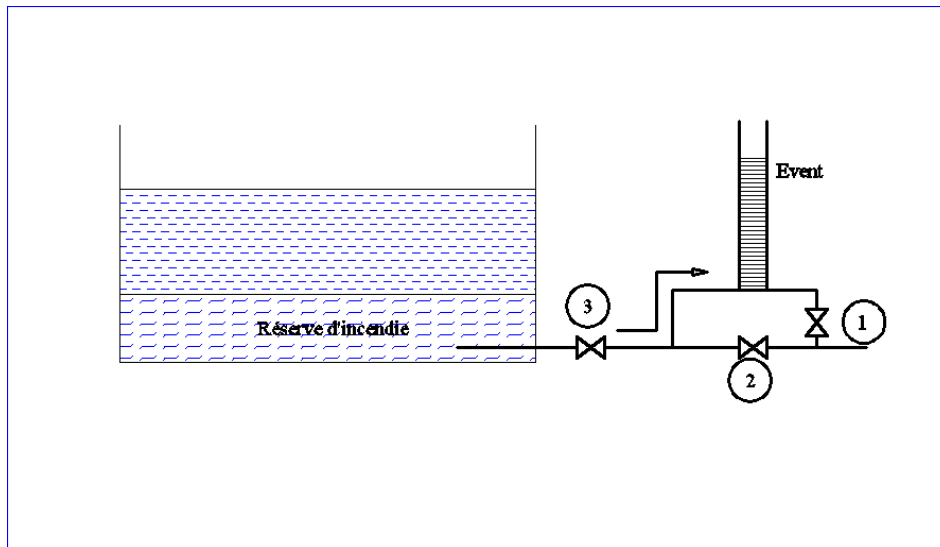


Figure (III.7) : Système à siphon

III.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 due 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 ;
- ✓ Désinfestation à l'aide des produits chlorés ;
- ✓ Remise en service.

III.8. Capacité du réservoir

Pour estimer la capacité d'un réservoir on tient compte des variations de débit à l'entrée et à la sortie, c'est-à-dire, d'une part, du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont (l'adduction et station de reprise), et d'autre part, du régime de distribution (consommation moyenne journalière de l'agglomération).

À partir de la différence entre le débit entrant et le débit sortant, on calculera le résidu pour chaque heure, la somme entre la valeur maximale et la valeur absolue sera le pourcentage du volume de stockage.

La répartition des débits d'apport se fait sur 24h dans le cas où l'adduction est gravitaire, et sur 20h dans le cas d'une adduction par refoulement, cela pour avoir un temps nécessaire pour la réparation des pannes éventuelles et d'entretien au niveau de la station de pompage, et en tenant compte des heures de pointes arrêtées par la tarification de la SONEGAS ou le prix d'énergie est élevé.

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

$$V_r = P\% \times Q_{\max j} / 100 \quad (\text{III.1})$$

Avec :

- **V_r** : Volume de régularisation du réservoir (m³) ;
- **Q_{max j}** : Consommation maximale journalière (m³/j) ;
- **P%** : Résidu maximal dans le réservoir en (%).

III.8.1. Calcul du résidu P max

On a déjà déterminé les valeurs du coefficient de variation horaire K_{max.h} pour chaque localité de distribution (Tableau (II.17)).

Le régime de consommation journalière pour chaque localité est pris dans le tableau du régime de distribution du débit journalier (Annexe 1).

On fait une répartition de 20 heures de pompage ;

La différence pour chaque heure de stockage entre l'apport et la consommation nous fait ressortir un surplus ou un déficit suivant le signe ;

Le résidu est ensuite déterminé pour chaque heure, la valeur maximale trouvée en P_{max} sera le pourcentage du volume de stockage, tel que :

$$P_{\max} = | R_{+\max} | + | R_{-\max} | \quad (\text{III.2})$$

Où:

- **R_{+max}** : Résidu maximum positif (%) ;
- **R_{-max}** : Résidu maximum négatif (%).

III.8.2. Le volume total du réservoir

Le volume total du réservoir sera calculé en tenant compte de la réserve d'incendie qui est égale à 120m³ (volume nécessaire pour éteindre un incendie de deux heures à raison de 60m³/h. Le volume total est donc :

$$V_t = V_r + V_{\text{inc}} \quad (\text{III.3})$$

Avec :

- **V_t** : Volume total du réservoir (m³) ;
- **V_{inc}** : Volume de la réserve d'incendie (V_{inc}=120 m³).

III.8.3. 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^3 ;

$H = 6$ m pour les réservoirs supérieurs à 500 m^3 .

$$D = (4 \times V_n / \pi \times H)^{1/2} \quad (\text{III.4})$$

Avec :

- V_n : Capacité normalisée du réservoir (m^3);
- H : Hauteur utile optimale d'eau (m).

III.8.4. Calcul de la hauteur d'incendie

La hauteur d'incendie est donnée comme suit :

On a: $V_{inc} = 120 \text{ m}^3$

$$H_{inc} = \frac{4 \times V_{inc}}{\pi \times D^2} \quad (\text{III.5})$$

III.8.5. Calcul de la hauteur d'eau disponible (à desservir)

La hauteur d'eau disponible est donnée comme suit :

$$H_D = H - H_{inc} \quad (\text{III.6})$$

III.8.6. La bête 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 :

$$V_{sr} = Q_{\max j} \times t \quad (\text{III.7})$$

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.

III.9. Dimensionnement des réservoirs

III.9.1. Dimensionnement du réservoir de la station de reprise SR01

Le réservoir de la station de reprise SR01 est reçoit un débit de 2612,9 m³/j par refoulement à partir d'une station de reprise, et assure une alimentation gravitaire vers deux réservoirs (R01 et R02) pendant 24h, et un refoulement vers la station de reprise SR02 pendant une durée de 20h par jour.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau (III.1).

Tableau (III.1) : Dimensionnement de réservoir de la station reprise SR01

Heure	Apport		Refoulement		Adduction 01		Adduction 02		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		0,4075
1-2	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		0,8150
2-3	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		1,2225
3-4	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		1,6300
4-5	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		2,0375
5-6	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		2,4450
6-7	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		2,8525
7-8	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		3,2600
8-9	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		3,6675
9-10	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		4,0750
10-11	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		4,4825
11-12	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		4,8900
12-13	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		5,2975
13-14	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		5,7050
14-15	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		6,1125
15-16	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		6,5200
16-17	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		6,9275
17-18	0	0	0	0	0,5375	14,04	1,5	39,194		2,0375	4,8900
18-19	0	0	0	0	0,5375	14,04	1,5	39,194		2,0375	2,8525
19-20	0	0	0	0	0,5375	14,04	1,5	39,194		2,0375	0,8150
20-21	0	0	0	0	0,5375	14,04	1,5	39,194		2,0375	-1,2225
21-22	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		-0,8150
22-23	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		-0,4075
23-24	5	130,645	2,555	66,76	0,5375	14,04	1,5	39,194	0,4075		0
Total	100	2612,9	51,10	1335,20	12,90	336,93	36	940,76			

Donc: $P_{\max} = |6,9275| + |-1,2225| = 8,15 \%$

➤ Volume de régulation V_r

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

$$V_r = (8,15 \times 2612,9) / 100$$

$$V_r = 212,95 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 212,95 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 332,95 \text{ m}^3.$$

La station de reprise 01 dispose déjà d'un réservoir de capacité de 500 m³.

III.9.2. Dimensionnement du réservoir R01

Ce réservoir est alimenté gravitairement à partir du réservoir de la station reprise SR01, assure la distribution gravitaire du village TAGMA d'une population de 1407 habitants et avec un débit de 336,92 m³/j.

Alors : $K_{\text{max h}} = 2,21$

Le tableau (III.2) suivant résume les résultats de calcul :

Tableau(III.2) : Dimensionnement du réservoir R01

Heure	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	4,167	14,039	0,75	2,53	3,417		3,417
1-2	4,167	14,039	0,75	2,53	3,417		6,834
2-3	4,167	14,039	1	3,37	3,167		10,001
3-4	4,167	14,039	1	3,37	3,167		13,168
4-5	4,167	14,039	3	10,11	1,167		14,335
5-6	4,167	14,039	5,5	18,53		1,333	13,002
6-7	4,167	14,039	5,5	18,53		1,333	11,669
7-8	4,167	14,039	5,5	18,53		1,333	10,336
8-9	4,167	14,039	3,5	11,79	0,667		11,003
9-10	4,167	14,039	3,5	11,79	0,667		11,670
10-11	4,167	14,039	6	20,21		1,833	9,837
11-12	4,167	14,039	8,5	28,64		4,333	5,504
12-13	4,167	14,039	8,5	28,64		4,333	1,171
13-14	4,167	14,039	6	20,21		1,833	-0,662
14-15	4,167	14,039	5	16,85		0,833	-1,495
15-16	4,167	14,039	5	16,85		0,833	-2,328
16-17	4,166	14,038	3,5	11,79	0,666		-1,662
17-18	4,166	14,038	3,5	11,79	0,666		-0,996
18-19	4,166	14,038	6	20,22		1,834	-2,830
19-20	4,166	14,038	6	20,22		1,834	-4,664
20-21	4,166	14,038	6	20,22		1,834	-6,498
21-22	4,166	14,038	3	10,11	1,166		-5,332
22-23	4,166	14,038	2	6,74	2,166		-3,166
23-24	4,166	14,038	1	3,37	3,166		0
Total	100	336,93	100	336,93			

Donc :

$$P_{\max} = |14,335| + |-6,498| = 20,83\%$$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (20,83 \times 336,93) / 100$$

$$V_r = 70,18 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 70,18 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 190,18 \text{ m}^3.$$

Le village dispose déjà d'un réservoir de capacité de 100 m^3 , alors on propose de construire un autre réservoir de capacité 100 m^3 jumelé avec celui existant.

➤ **Le diamètre du réservoir**

On prend $H = 4 \text{ m}$.

$$D_r = [(4 \times V) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

Avec :

$$V = 100 \text{ m}^3.$$

$$D_r = [(4 \times 100) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'où :

$$D_r = 5,64 \text{ m}.$$

➤ **La hauteur d'incendie du réservoir à construire**

On considère qu'on a un seul réservoir de 200 m^3 :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D_{200})^2)]$$

Avec :

$$D_{200} = [(4 \times V_{\text{tot}}) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

$$D_{200} = [(4 \times 200) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

$$\text{D'où: } D_{200} = 7,98 \text{ m}.$$

Donc :

$$H_{\text{incendie}} = 2,40 \text{ m}.$$

III.9.3. Dimensionnement du réservoir R02

Ce réservoir servira gravitairement le village TIZI d'une population 3908 habitant. Il est alimenté gravitairement à partir du réservoir de la station reprise SR01, et les besoins journalier sont de 940,76 m³/j.

Alors : $K_{\max h} = 1,81$

Les résultats du dimensionnement du réservoir R02 sont représentés dans le tableau (III.3) :

Tableau (III.3) : Dimensionnement du réservoir R02

Heure	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	4,167	39,198	0,9	8,466	3,267		3,267
1-2	4,167	39,198	0,9	8,466	3,267		6,534
2-3	4,167	39,198	0,9	8,466	3,267		9,801
3-4	4,167	39,198	1	9,407	3,167		12,968
4-5	4,167	39,198	1,35	12,699	2,817		15,785
5-6	4,167	39,198	3,85	36,216	0,317		16,102
6-7	4,167	39,198	5,2	48,915		1,033	15,069
7-8	4,167	39,198	6,2	58,322		2,033	13,036
8-9	4,167	39,198	5,5	51,737		1,333	11,703
9-10	4,167	39,198	5,85	55,030		1,683	10,020
10-11	4,167	39,198	5	47,034		0,833	9,187
11-12	4,167	39,198	6,5	61,144		2,333	6,854
12-13	4,167	39,198	7,5	70,551		3,333	3,521
13-14	4,167	39,198	6,7	63,025		2,533	0,988
14-15	4,167	39,198	5,35	50,326		1,183	-0,195
15-16	4,167	39,198	4,65	43,741		0,483	-0,678
16-17	4,166	39,199	4,5	42,342		0,334	-1,012
17-18	4,166	39,199	5,5	51,751		1,334	-2,346
18-19	4,166	39,199	6,3	59,278		2,134	-4,480
19-20	4,166	39,199	5,35	50,340		1,184	-5,664
20-21	4,166	39,199	5	47,046		0,834	-6,498
21-22	4,166	39,199	3	28,228	1,166		-5,332
22-23	4,166	39,199	2	18,819	2,166		-3,166
23-24	4,166	39,199	1	9,409	3,166		0
Total	100	940,76	100	940,76			

Donc :

$$P_{\max} = |16,102| + |-6,498| = 22,6\%$$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (22,6 \times 940,76) / 100$$

$$V_r = 212,61 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 212,61 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 332,61 \text{ m}^3.$$

Le village dispose déjà d'un réservoir de capacité de 30 m^3 , alors on propose de construire un autre réservoir de capacité 350 m^3 jumelé avec celui existant.

➤ **Le diamètre du réservoir**

On prend $H = 4 \text{ m}$.

$$D_r = [(4 \times V) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

Avec :

$$V = 350 \text{ m}^3.$$

$$D_r = [(4 \times 350) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

$$\text{D'où : } D_r = 10,56 \text{ m}.$$

➤ **La hauteur d'incendie du réservoir à construire**

On considère qu'on a un seul réservoir de 380 m^3 :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D_{380})^2)]$$

Avec :

$$D_{380} = [(4 \times V_{\text{tot}}) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

$$D_{380} = [(4 \times 380) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

$$\text{D'où: } D_{380} = 11 \text{ m}.$$

Donc :

$$H_{\text{incendie}} = 1,26 \text{ m}.$$

III.9.4. Dimensionnement du réservoir de la station de reprise SR02

Le réservoir de la station de reprise SR02 est reçoit un débit de $1335,20 \text{ m}^3/\text{j}$ par refoulement à partir du réservoir de la station de reprise SR01, et assure une alimentation gravitaire vers deux réservoir (R03 et R04) pendant 24h, et refoule vers un réservoir R05 situé au village TIFRITINE (TIFRITINE-HAUTE), pendant une durée de 20h par jour.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau (III.4).

Tableau (III.4) : Dimensionnement de la station reprise SR01

Heure	Apport		Refoulement		Adduction 03		Adduction 04		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		0,5554
1-2	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		1,1108
2-3	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		1,6662
3-4	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		2,2216
4-5	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		2,7770
5-6	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		3,3324
6-7	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		3,8878
7-8	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		4,4432
8-9	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		4,9986
9-10	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		5,5540
10-11	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		6,1094
11-12	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		6,6648
12-13	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		7,2202
13-14	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		7,7756
14-15	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		8,3310
15-16	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		8,8864
16-17	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		9,4418
17-18	0	0	0	0	2,083	27,816	0,6946	9,274		2,7776	6,6642
18-19	0	0	0	0	2,083	27,816	0,6946	9,274		2,7776	3,8866
19-20	0	0	0	0	2,083	27,816	0,6946	9,274		2,7776	1,1090
20-21	0	0	0	0	2,083	27,816	0,6946	9,274		2,7776	-1,6686
21-22	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		-1,1132
22-23	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		-0,5554
23-24	5	66,76	1,667	22,251	2,083	27,816	0,6946	9,274	0,5554		0
Total	100	1335,20	33,33	445,02	50	667,6	16,67	222,58			

D'après le tableau (III.4) : $P_{\max} = |9,4418| + |-1,6686| = 11,11 \%$

Donc : $P_{\max} = 11,11\%$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (11,11 \times 1335,20) / 100$$

$$V_r = 148,34 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 148,34 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 268,34 \text{ m}^3.$$

La station de reprise 02 dispose déjà d'un réservoir de capacité de 500 m³.

III.9.5. Dimensionnement du réservoir R03

Ce réservoir assure la distribution gravitaire de 50% de la population du village TIFRITINE (TIFRITINE-CENTRE), c'est à dire 2736 habitants, alimente gravitairement à partir du réservoir de la station de reprise SR02.

Donc :

$$\alpha_{\max h} = 1,2$$

$$\beta_{\max h} = 1,58$$

D'où ; $K_{\max h} = 1,9$

Avec un débit de 667,6 m³/j, soit 50% du débit estimé pour le village TIFRITINE.

Le tableau (III.5) ci-après regroupe les résultats.

Tableau (III.5) : Dimensionnement du réservoir R03

Heure	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	4,167	27,816	0,85	5,674	3,317		3,317
1-2	4,167	27,816	0,85	5,674	3,317		6,634
2-3	4,167	27,816	0,85	5,674	3,317		9,951
3-4	4,167	27,816	1	6,675	3,167		13,118
4-5	4,167	27,816	2,7	18,023	1,467		14,585
5-6	4,167	27,816	4,7	31,374		0,533	14,052
6-7	4,167	27,816	5,35	35,713		1,183	12,869
7-8	4,167	27,816	5,85	39,050		1,683	11,186
8-9	4,167	27,816	4,5	30,039		0,333	10,853
9-10	4,167	27,816	4,2	28,036		0,033	10,820
10-11	4,167	27,816	5,5	36,714		1,333	9,487
11-12	4,167	27,816	7,5	50,065		3,333	6,154
12-13	4,167	27,816	7,9	52,735		3,733	2,421
13-14	4,167	27,816	6,35	42,388		2,183	0,238
14-15	4,167	27,816	5,2	34,712		1,033	-0,795
15-16	4,167	27,816	4,8	32,041		0,633	-1,428
16-17	4,166	27,817	4	26,709	0,166		-1,262
17-18	4,166	27,817	4,5	30,047		0,334	-1,596
18-19	4,166	27,817	6,2	41,398		2,034	-3,630
19-20	4,166	27,817	5,7	38,060		1,534	-5,164
20-21	4,166	27,817	5,5	36,724		1,334	-6,498
21-22	4,166	27,817	3	20,031	1,166		-5,332
22-23	4,166	27,817	2	13,354	2,166		-3,166
23-24	4,166	27,817	1	6,677	3,166		0
Total	100	667,6	100	667,6			

D'après le tableau (III.5) : $P_{\max} = |14,585| + |-6,498| = 21,08\%$

Donc : $P_{\max} = 21,08 \%$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (21,08 \times 667,6) / 100$$

$$V_r = 140,73 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 140,73 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 260,73 \text{ m}^3.$$

Le village dispose déjà d'un réservoir de capacité de 150 m^3 , alors on propose de construire un autre réservoir de capacité 150 m^3 jumelé avec celui existant.

➤ **Le diamètre du réservoir**

On prend $H = 4 \text{ m}$.

$$D_r = [(4 \times V) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

Avec : $V = 150 \text{ m}^3$.

$$D_r = [(4 \times 150) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'où :

$$D_r = 6,91 \text{ m}.$$

➤ **La hauteur d'incendie du réservoir à construire**

On considère qu'on a un seul réservoir de 300 m^3 :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D_{300})^2)]$$

Avec :

$$D_{300} = [(4 \times V_{\text{tot}}) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

$$D_{300} = [(4 \times 300) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'où:

$$D_{300} = 9,77 \text{ m}.$$

Donc :

$$H_{\text{incendie}} = 1,60 \text{ m}.$$

III.9.6. Dimensionnement du réservoir R04

C'est un réservoir projeté qui assure la distribution gravitaire de 16,67% de la population du village TIFRITINE (TIFRITINE-BASE), c'est-à-dire 911 habitants. Il est alimenté gravitairement à partir du réservoir de la station reprise SR02, avec des besoins journalier de 222,58 m³/j.

On a: $\alpha_{\max h} = 1,2$

$\beta_{\max h} = 2$

D'où ; $K_{\max h} = 2,4$

Le tableau (III.6) ci-après regroupe les résultats.

Tableau (III.6) : Dimensionnement du réservoir R04

Heure	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	4,167	9,274	0,6	1,335	3,567		3,567
1-2	4,167	9,274	0,6	1,335	3,567		7,134
2-3	4,167	9,274	1,2	2,671	2,967		10,101
3-4	4,167	9,274	2	4,451	2,167		12,268
4-5	4,167	9,274	3,5	7,790	0,667		12,935
5-6	4,167	9,274	3,5	7,790	0,667		13,602
6-7	4,167	9,274	4,5	10,015		0,333	13,269
7-8	4,167	9,274	10,2	22,701		6,033	7,236
8-9	4,167	9,274	8,8	19,585		4,633	2,603
9-10	4,167	9,274	6,5	14,466		2,333	0,270
10-11	4,167	9,274	4,1	9,125	0,067		0,337
11-12	4,167	9,274	4,1	9,125	0,067		0,404
12-13	4,167	9,274	3,5	7,790	0,667		1,071
13-14	4,167	9,274	3,5	7,790	0,667		1,738
14-15	4,167	9,274	4,7	10,460		0,533	1,205
15-16	4,167	9,274	6,2	13,799		2,033	-0,828
16-17	4,166	9,275	10,4	23,154		6,234	-7,062
17-18	4,166	9,275	9,4	20,928		5,234	-12,296
18-19	4,166	9,275	7,3	16,252		3,134	-15,430
19-20	4,166	9,275	1,6	3,562	2,566		-12,864
20-21	4,166	9,275	1,6	3,562	2,566		-10,298
21-22	4,166	9,275	1	2,226	3,166		-7,132
22-23	4,166	9,275	0,6	1,336	3,566		-3,566
23-24	4,166	9,275	0,6	1,336	3,566		0
Total	100	222,58	100	222,58			

Donc :

$$P_{\max} = |13,602| + |-15,430| = 29,03\%$$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (29,03 \times 222,58) / 100$$

$$V_r = 64,61 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 64,61 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 184,61 \text{ m}^3.$$

Le village est dispose déjà d'un réservoir de capacité de 50 m^3 , alors on propose de construire un autre réservoir de capacité 150 m^3 jumelé avec celui existant.

➤ **Le diamètre du réservoir**

On prend $H = 4 \text{ m}$.

$$D_r = [(4 \times V) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

Avec : $V = 150 \text{ m}^3$.

$$D_r = [(4 \times 150) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'ou :

$$D_r = 6,91 \text{ m}.$$

➤ **La hauteur d'incendie du réservoir à construire**

On considère qu'on a un seul réservoir de 200 m^3 :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D_{200})^2)]$$

Avec :

$$D_{200} = [(4 \times V_{\text{tot}}) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

$$D_{200} = [(4 \times 200) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'ou:

$$D_{200} = 7,98 \text{ m}.$$

Donc :

$$H_{\text{incendie}} = 2,40 \text{ m}.$$

III.9.7. Dimensionnement de réservoir R05

C'est un réservoir projeté pour assurer l'alimentation de 33,33% de la population du village TIFRITINE (TIFRITINE-HAUTE), c'est-à-dire 1824 habitants. Il est alimenté par refoulement à partir du réservoir de la station de reprise SR02.

Donc : $\alpha_{\max h} = 1,2$

$\beta_{\max h} = 1,74$

D'où ; $K_{\max h} = 2,09$

Avec un débit de 445,02 m³/j, soit 33,33% du débit estimé pour le village TIFRITINE.

Le tableau (III.7) ci-après regroupe les résultats.

Tableau (III.7) : Dimensionnement du réservoir R05

Heure	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m ³ /h	%	m ³ /h			
0-1	5	22,251	0,75	3,338	4,25		4,25
1-2	5	22,251	0,75	3,338	4,25		8,5
2-3	5	22,251	1	4,450	4		12,5
3-4	5	22,251	1	4,450	4		16,5
4-5	5	22,251	3	13,351	2		18,5
5-6	5	22,251	5,5	24,476		0,5	18
6-7	5	22,251	5,5	24,476		0,5	17,5
7-8	5	22,251	5,5	24,476		0,5	17
8-9	5	22,251	3,5	15,576	1,5		18,5
9-10	5	22,251	3,5	15,576	1,5		20
10-11	5	22,251	6	26,701		1	19
11-12	5	22,251	8,5	37,827		3,5	15,5
12-13	5	22,251	8,5	37,827		3,5	12
13-14	5	22,251	6	26,701		1	11
14-15	5	22,251	5	22,251			11
15-16	5	22,251	5	22,251			11
16-17	5	22,251	3,5	15,576	1,5		12,5
17-18	0	0	3,5	15,576		3,5	9
18-19	0	0	6	26,701		6	3
19-20	0	0	6	26,701		6	-3
20-21	0	0	6	26,701		6	-9
21-22	5	22,251	3	13,351	2		-7
22-23	5	22,251	2	8,900	3		-4
23-24	5	22,251	1	4,450	4		0
Total	100	445,02	100	445,02			

D'après le tableau (III.7) : $P_{\max} = |20| + |-9| = 29\%$

Donc : $P_{\max} = 29\%$

➤ **Volume de régulation V_r**

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

$$V_r = (29 \times 445,02) / 100$$

$$V_r = 129,06 \text{ m}^3.$$

➤ **Volume total V_{tot}**

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

$$V_{\text{tot}} = 129,06 + 120$$

$$V_{\text{tot}} = 249,06 \text{ m}^3.$$

Le village dispose déjà d'un réservoir de capacité de 100 m^3 , alors on propose de construire un autre réservoir de capacité 150 m^3 jumelé avec celui existant.

➤ **Le diamètre du réservoir**

On prend $H = 4 \text{ m}$.

$$D_r = [(4 \times V) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

Avec : $V = 150 \text{ m}^3$.

$$D_r = [(4 \times 150) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'où : $D_r = 6,91 \text{ m}$.

➤ **La hauteur d'incendie du réservoir à construire**

On considère qu'on a un seul réservoir de 250 m^3 :

$$H_{\text{incendie}} = [(4 \times V_{\text{incendie}}) / (\pi \times (D_{250})^2)]$$

Avec :

$$D_{250} = [(4 \times V_{\text{tot}}) / (\pi \times H)]^{(1/2)}$$

$$D_{250} = [(4 \times 250) / (\pi \times 4)]^{(1/2)}$$

D'où:

$$D_{250} = 8,92 \text{ m}.$$

Donc :

$$H_{\text{incendie}} = 1,92 \text{ m}.$$

III.10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons déterminé la capacité des réservoirs ainsi que leurs dimensions (hauteur et diamètre des réservoirs), qui assure l'alimentation continue en eau potable des villages.

Dans chapitre suivant on va se focaliser sur le dimensionnement des conduites d'adductions véhiculant l'eau entre réservoirs.

Chapitre IV

Adduction

IV.1. Introduction

L'adduction est le procédé qui permet de transporter des débits d'eau depuis les zones de captage jusqu'au réservoir de stockage ou de distribution, on distingue deux types d'adduction :

- ✓ **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 ;
- ✓ **Adduction par refoulement** : 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 pompage. Il est commandé par l'amont avec la mise en marche des pompes.

IV.2. Choix du tracé

Pour établir un meilleur amené d'eau, on doit tenir compte des conditions d'ordre technique et économique, qui sont, en fait liés entre elles à savoir :

- Avoir un profil aussi régulier que possible, afin de réduire les frais d'investissement ;
- Eviter les contre pente qui peuvent engendrer, en exploitation, des cantonnements d'air ;
- En régime transitoire, par suite de la dépression qui règne dans la conduite, le phénomène de cavitation apparaît en ces points hauts, et engendre la rupture de conduite, au cours de la phase de surpression qui succède ;
- 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...).

IV.3. Description du schéma d'adduction

L'adduction vers les village étudiés à savoir Tifritine , Tagma et Tizi prend son départ à partir de la station de reprise SR se trouvant à Faraoun à une cote radier de 702.19 m vers le réservoir de la station de reprise 01 qui se trouve à une cote radier de 770 sur un linéaire de 6000 m. Ce dernier transfère l'eau vers trois destinations différentes. La première est gravitairement vers le réservoir R01 du village Tagma d'une capacité de 200 m³ à une cote radier de 450m sur un linéaire de 1200 m. La seconde, est gravitairement vers le réservoir R02 du village Tizi d'une capacité de 380m³ à une cote radier de 630 sur un linéaire de 350m. La dernière destination est vers le réservoir de la station de reprise SR02 à une cote radier de 830 par une adduction par refoulement sur un linéaire de 650 m. La station de reprise SR02 assure à son tour une adduction vers les trois réservoirs du village Tifritine. Entre autre, gravitairement vers le réservoir R03 Tifritine centre d'une capacité de 300m³ à une cote radier de 790 m sur un linéaire de 750 m et vers le réservoir R04 Tifritine bas d'une capacité de 200m³ à une cote radier de 640 m sur un linéaire de 900 et une adduction par refoulement vers le réservoir R05 Tifritine haut d'une capacité de 250m³ à une cote radier de 890m sur un linéaire de 1500m.

Le schéma du système d'adduction est illustré dans la figure (IV.1)

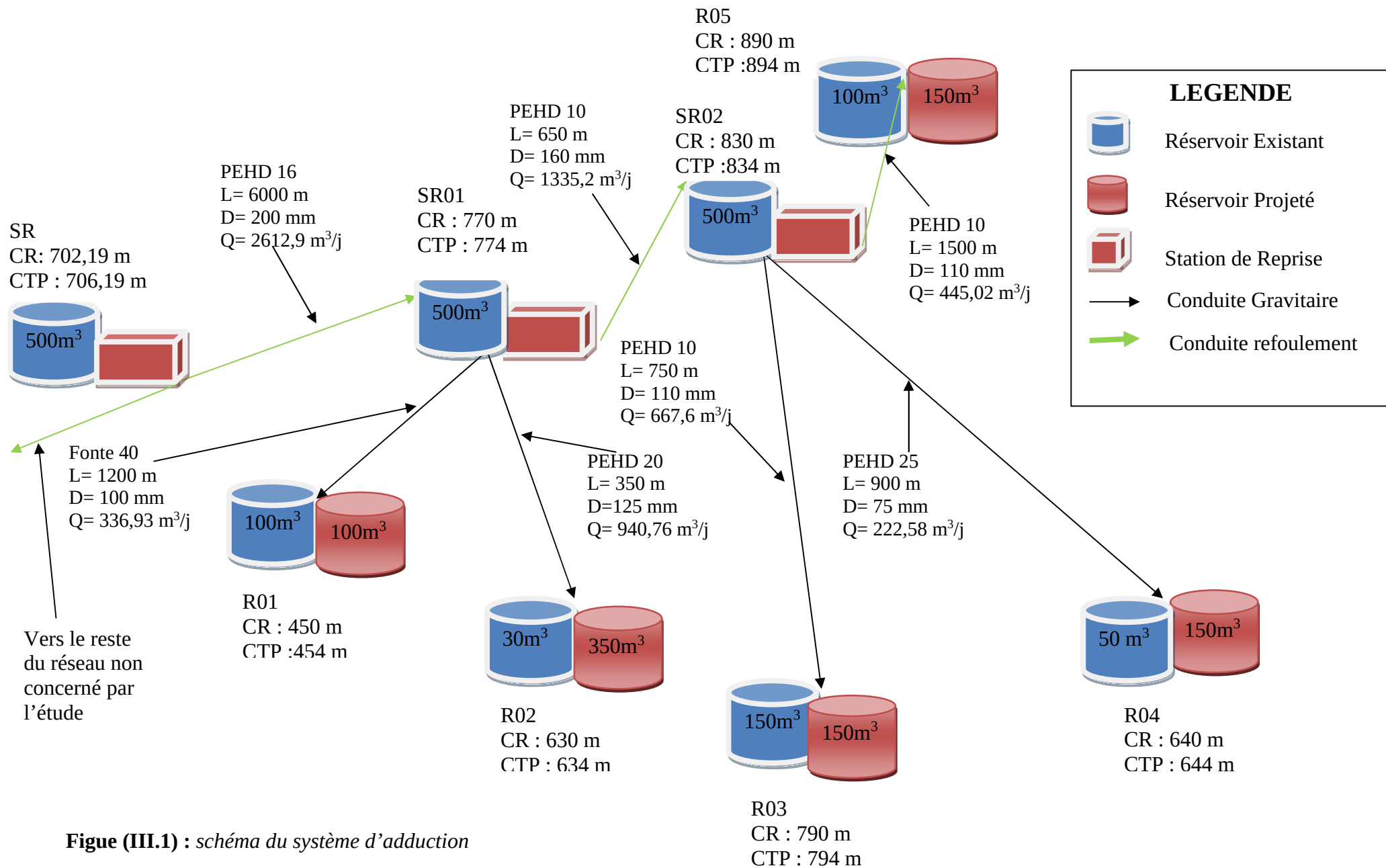


Figure (III.1) : schéma du système d'adduction

IV.4. Choix du type des conduites

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 supportée ;
- Les conditions de pose et de transport ;
- Le prix ;
- La durée de vie ;
- La disponibilité sur le marché.

Parmi les matériaux utilisés dans l'alimentation en eau potable, on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le polythène à haute densité PEHD ou basse densité PEBD.

IV.5. Les équipements de l'adduction

IV.5.1. Les vannes de sectionnements

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 :

❖ 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 (IV.2)).



Figure (IV.2) : Vanne à opercule

❖ Vanne papillon

Les vannes papillon peuvent aussi bien servir pour le sectionnement que pour le réglage des débits. Ils sont d'un encombrement réduit (Figure (IV.3)), légers, le couple de manœuvre est faible. Elle occasionne une faible perte de charge.



Figure (IV.3) : Vanne papillon

IV.5.2. Ventouse

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 (IV.4)).



Figure (IV.4) : Ventouse automatique

IV.5.3. Les clapets anti-retour

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 (IV.5)).



Figure (IV.5) : Clapet anti-retour

IV.5.4. Crépine

Ce sont des appareils en forme de panier percé de trous, placés à l'extrémité des canalisations d'aspiration, afin d'empêcher l'introduction des corps étrangers dans les pompes.

IV.5.5. 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.

IV.6. Prix des conduites

Les prix des conduites en PEHD et la fonte ductile sont donnés dans les annexes. [5]

IV.7. Etude technico-économique

Cette étude consiste à choisir le diamètre le plus économique. Ce choix se fait sur deux critères :

- 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 d'investissement (frais d'exploitation et d'amortissement) sont proportionnels aux diamètres des conduites.

IV.7.1. Calcule 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 coût 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

$$D_1 = \sqrt{Q} \quad (\text{IV.1})$$

Formule de BRESS

$$D_2 = 1,5 \times \sqrt{Q} \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

- **Q**: Débit refoulé dans la conduite en m³/s.
- ✓ Pour les conduites gravitaires le diamètre est déterminé approximativement avec le choix de la vitesse d'écoulement entre $V_{\min}$ et $V_{\max}$ telle que :

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

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

Avec :

- **D** : Diamètre de la conduite en (m) ;
- **Q** : Débit véhiculé en (m³/s) ;
- **V_{max}** : La vitesse maximale d'écoulement (m/s) ;
- **V_{min}** : La vitesse minimum d'écoulement (m/s).

IV.7.2. Calcul de la vitesse

Elle est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

- **V** : Vitesse d'écoulement en m/s ;
- **Q** : Débit transitant dans la conduite en m³/s ;
- **D** : Diamètre de la conduite en m.

IV.7.3. Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge sont des pertes d'énergie de l'eau sur son parcours, dues au frottement des particules du liquide entre elles, ou avec les parois de la conduite. On distingue :

IV.7.3.1. Les pertes de charge linéaires ΔH_l

Elles sont déterminées par la formule de DARCY-WEISBBACH :

$$\Delta H_l = \frac{\lambda \times V^2 \times L}{2 \times g \times D} \quad (\text{IV.6})$$

Avec :

- ΔH_l : Perte de charge en m ;
- L : Longueur de la conduite en m ;
- λ : 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/s²).

❖ **Calcul du coefficient de perte de charge λ**

Il dépend de la rugosité et de la nature du régime d'écoulement, on peut alors appliquer les formules suivantes [3] :

Régime turbulent rugueux

Formule de NIKURADZI :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \times \ln (K/D))^{-2} \quad (IV.7)$$

Régime transitoire

Formule de COLBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{K}{3,71 \times D} + \frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right] \quad (IV.8)$$

Avec :

- λ : Coefficient de perte de charge ;
- K : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi qui varie comme suite :

$K = 0,01$ si $D \leq 200$ mm

$K = 0,02$ si $D > 200$ mm

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

$$Re = (V \times D) / \nu \quad (IV.9)$$

Avec :

- ν : Viscosité cinétique de l'eau, donnée par la formule suivante :

$$\nu = 0,0178 / (1 + 0,0337 \times T + 0,000221 \times T^2) \quad (IV.10)$$

Ou :

- **T** : Température de l'eau en °C.

On a : $T = 20^\circ\text{C}$

Donc : $\nu = 0,01$ stockes $\rightarrow \nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Avec: $1 \text{ stockes} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

IV.7.3.2. Les pertes de charge singulières ΔH_s

Elles sont provoquées par les coudes, les vannes, les clapets,...etc. Elles sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_s = 0,1 \times \Delta H_l \quad (\text{IV.11})$$

IV.7.3.3. Les pertes de charge totales ΔH_t

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

$$\Delta H_t = \Delta H_s + \Delta H_l$$

$$\Delta H_t = 0,1 \times \Delta H_l + \Delta H_l$$

$$\Delta H_t = 1,1 \times \Delta H_l \quad (\text{IV.12})$$

IV.7.4. Détermination de la hauteur manométrique totale (H_{mt})

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

$$H_{mt} = H_g + \Delta H_t \quad (\text{IV.13})$$

IV.7.5. La puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance disponible ou bien en d'autre termes la puissance absorbée au niveau de l'arbre d'entraînement de la pompe [3], on la calcul de la façon qui suit :

$$P_a = (\rho \times g \times Q \times H_{mt}) / \eta \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

- **P_a** : La puissance de la pompe en KW ;
- **H_{mt}** : Hauteur manométrique total en m ;
- **η** : Rendement de la pompe en % ;
- **ρ** : La masse volumique en kg/m^3 .

IV.7.6. Energie consommée par la pompe

Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = P_a \times t \times 360 \quad (\text{IV.15})$$

Avec :

- **E** : Energie consommée par la pompe (kw h) ;
- **t** : Nombre d'heure de pompage (20h) ;
- **P_a** : Puissance absorbée par la pompe (kw).

IV.7.7. Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation se calculent comme suit :

$$F_{EXP} = E \times e_u \quad (IV.15)$$

Avec :

- **E** : Energie consommée par la pompe (kwh) ;
- **e_u** : Prix unitaire du Kwh, fixé par la SONELGAZ (**4,67 DA**).

IV.7.8. Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont obtenus par l'expression suivante :

$$F_{am} = P_u \times L \times A \quad (IV.16)$$

Avec :

- **P_u** : Prix unitaire de la conduite DA/ml ;
- **L** : Longueur de la conduite en m ;
- **A** : Annuité.

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \quad (IV.17)$$

Avec:

- **i** : Taux d'annuité (8 %) ;
- **n** : Nombre d'année d'amortissement (30 ans).

Donc : $A = 0,088$

IV.7.9. Calcul du bilan

Le bilan sera calculé par la formule suivante

$$BL = F_{exp} + F_{am} \quad (IV.18)$$

Avec :

- **BL** : Bilan (DA) ;
- **F_{exp}** : Frais d'exploitation (DA) ;
- **F_{am}** : Frais d'amortissement (DA).

IV.7.10. Calcul des conduites gravitaire

Pour le calcul des conduites gravitaire, quatre paramètres interviennent :

- ✓ Le débit (Q) ;
- ✓ La vitesse (V) ;
- ✓ Les pertes de charges (ΔH) ;
- ✓ 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.

IV.8. Calcul des diamètres économiques

IV.8.1. Conduites de refoulement

Tronçon SR vers SR01

➤ Caractéristiques du tronçon

- ✓ Le débit refoulé : $Q = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 6000 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR : $CR (SR) = 702,19 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein SR01 : $CTP (SR01) = 774 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur géométrique : $H_g = 71,81 \text{ m}$.

➤ Calcul du diamètre

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

$$D_{\text{BONNIN}} : \sqrt{Q} = 0,173 \text{ m} ;$$

$$D_{\text{BRESS}} : 1,5 \times \sqrt{Q} = 0,260 \text{ m}.$$

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 200 ; 250 et 315 mm avec une pression nominale de 16 Bars (PN16) (Annexes 4).

➤ Calcul de la hauteur manométrique totale

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.1) ci-après.

Tableau (IV.1) : Calcul des hauteurs manométriques totales du tronçon SR-SR01

e (mm)	Dext (m)	V (m/s)	Re	λ	ΔH_t (m)	Hmt (m)	Hg (m)
18,2	0,200	1,427	233597,558	0,015702	68,817	140,627	71,81
22,7	0,250	0,912	186786,708	0,016224	22,232	94,042	71,81
28,6	0,315	0,575	148241,119	0,016857	7,273	79,083	71,81

➤ Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement

Les résultats sont donnés dans le tableau (IV.2) ci-dessous.

Tableau (IV.2) : Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement

Dext (m)	Pa (Kw)	E (Kwh)	Fexp (DA)	Prix ml (DA)	L (m)	Fam (DA)
0,200	55,476	404981,458	1891263,412	3378,11	6000	1783642,08
0,250	37,098	270816,487	1264712,994	5226,5	6000	2759592
0,315	31,198	227747,968	1063583,013	8026,99	6000	4238250,72

➤ Calcul du Bilan

Les calculs sont regroupés dans le tableau (IV.3) ci-dessous :

Tableau (IV.3) : Calcul du Bilan

Dext (m)	Fexp (DA)	Fam (DA)	Bilan (DA)
0,200	1891263,412	1783642,08	3674905,492
0,250	1264712,994	2759592	4024304,994
0,315	1063583,013	4238250,72	5301833,733

D'après le tableau (IV.3), on trouve que le diamètre économique est celui de 200 mm avec un bilan minimal de 3674905,492 DA et une vitesse de 1,427 m/s.

Tronçon SR01 vers SR02

➤ Caractéristiques du tronçon

- ✓ Le débit refoulé : $Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 650 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR01 : $CR (SR01) = 770 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein SR02 : $CTP (SR02) = 834 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur géométrique : $H_g = 64 \text{ m}$;

➤ Calcul du diamètre

$D_{\text{BONNIN}} : \sqrt{Q} = 0,127 \text{ m}$;

$D_{\text{BRESS}} : 1,5 \times \sqrt{Q} = 0,190 \text{ m}$.

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 125 ; 160 et 200 mm avec une pression nominale de 10 Bars (PN10) (Annexe 3).

➤ Calcul de la hauteur manométrique totale

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.4) ci-après.

Tableau (IV.4) : Calcul des hauteurs manométriques totales du tronçon SR01-SR02

e (mm)	Dext (m)	V (m/s)	Re	λ	ΔH_t (m)	Hmt (m)	Hg (m)
7,4	0,125	1,678	184956,131	0,016553	16,121	80,121	64
9,5	0,160	1,025	144554,366	0,017142	4,656	68,656	64
11,9	0,200	0,656	115676,309	0,017782	1,585	65,585	64

➤ Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement

Les résultats sont donnés dans le tableau (IV.5) ci-dessous.

Tableau (IV.5) : Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement

Dext (m)	Pa (Kw)	E (Kwh)	Fexp (DA)	Prix ml (DA)	L (m)	Fam (DA)
0,125	17,613	128578,481	600461,507	843,99	650	48276,228
0,160	15,093	110178,906	514535,491	1382,45	650	79076,14
0,200	14,417	105249,365	491514,535	2162,92	650	123719,024

➤ Calcul du Bilan

Les calculs sont regroupés dans le tableau (IV.6) ci-dessous

Tableau (IV.6) : Calcul du Bilan

Dext (m)	Fexp (DA)	Fam (DA)	Bilan (DA)
0,125	600461,507	48276,228	648737,7358
0,160	514535,491	79076,14	593611,631
0,200	491514,535	123719,024	615233,5596

D'après le tableau (IV.6), on trouve que le diamètre économique est celui de 160 mm avec un bilan minimal de 593611,631 DA et une vitesse de 1,025 m/s.

Tronçon SR02 vers R05

➤ Caractéristiques du tronçon

- ✓ Le débit refoulé : $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 1500 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR02 : $CR (SR02) = 830 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein R05 : $CTP (R05) = 894 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur géométrique : $H_g = 64 \text{ m}$.

➤ Calcul du diamètre

$D_{\text{BONNIN}} : \sqrt{Q} = 0,071 \text{ m}$;

$D_{\text{BRESE}} : 1,5 \times \sqrt{Q} = 0,106 \text{ m}$.

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 75 ; 90 et 110 mm avec une pression nominale de 10 Bars (PN10) (Annexe 3).

➤ **Calcul de la hauteur manométrique totale**

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.7) ci-après.

Tableau (IV.7) : *Calcul des hauteurs manométriques totales du tronçon SR02-R05*

e (mm)	Dext (m)	V (m/s)	Re	λ	ΔH_t (m)	Hmt (m)	Hg (m)
4,5	0,075	1,462	96506,465	0,018889	53,800	117,800	64
5,4	0,09	1,015	80422,054	0,019416	21,258	85,258	64
6,6	0,110	0,679	65799,863	0,020094	8,066	72,066	64

➤ **Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement**

Les résultats sont donnés dans le tableau (IV.8) ci-dessous.

Tableau (IV.8) : *Calcul des frais d'exploitation et d'amortissement*

Dext (m)	Pa (Kw)	E (Kwh)	Fexp (DA)	Prix ml (DA)	L (m)	Fam (DA)
0,075	8,636	63049,368	294440,551	338,61	1500	44696,52
0,09	6,250	45632,245	213102,588	446,8	1500	58977,6
0,110	5,283	38571,576	180129,261	665,64	1500	87864,48

➤ **Calcul du Bilan**

Les calculs sont regroupés dans le tableau (IV.9) ci-dessous :

Tableau (IV.9) : *Calcul du Bilan*

Dext (m)	Fexp (DA)	Fam (DA)	Bilan (DA)
0,075	294440,551	44696,52	339137,0712
0,09	213102,588	58977,6	272080,1881
0,110	180129,261	87864,48	267993,7416

D'après le tableau (IV.9), on trouve que le diamètre économique est celui de 110 mm avec un bilan minimal de 267993,7416 DA et une vitesse de 0,679 m/s.

IV.8.2. Conduites gravitaires

Tronçon SR01 vers R01

➤ Caractéristiques du tronçon

- ✓ Le débit véhicule : $Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 1200 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR01 : $CR (SR01) = 770 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein R01 : $CTP (R01) = 454 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur disponible : $H_d = 316 \text{ m}$.

➤ Calcul du diamètre

En utilisant les formules (IV.3) et (IV.4), on trouve :

$$D_{\min} = 0,058 \text{ m}$$

$$D_{\max} = 0,101 \text{ m}$$

On choisit la Fonte ductile comme matériau et les diamètres normalisés sont : 60 ; 80 et 100 mm avec une pression nominale de 40 Bars (PN40) (Annexes 7).

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.10) ci-après.

Tableau (IV.10) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR01-R01

e (mm)	D _{int} (m)	Vitesse (m/s)	Re	L (m)	λ	ΔH_t (m)	H _d (m)
6,0	0,06	1,415	84925,69	1200	0,019401	45,565	316
6,0	0,08	0,796	63694,267	1200	0,020310	10,827	316
6,1	0,100	0,509	50955,414	1200	0,021161	3,696	316

D'après le tableau (IV.10) ci-dessus, et pour que l'eau arrive au réservoir (R01), il faut que $\Delta H_t \leq H_d$, condition vérifiée pour le diamètre de 100 mm.

Ainsi, le diamètre choisi est 100 mm avec une perte de charge $\Delta H_t = 3,696 \text{ m}$ et une vitesse de 0,509 m/s.

Pour garder le même débit véhiculé dans la conduite avec la même vitesse et le diamètre de 100 mm, on utilise une vanne afin de créer des pertes de charge singulières.

➤ Calcul des pertes de charge créées par la vanne ΔH_v

Le calcul se fait en appliquant la formule suivante :

$$\Delta H_v = H_d - \Delta H_t \quad (\text{IV.19})$$

$$\text{D'où : } \Delta H_v = 316 - 3,696$$

$$\Delta H_v = 312,30 \text{ m.}$$

➤ **Calcul du coefficient d'ouverture de la vanne ξ**

Il se calcule par la formule suivante :

$$\Delta H_v = \xi \times \frac{v^2}{2 \times g} \quad (\text{IV.20})$$

D'où :

$$\xi = \Delta H_v \times (2 \times g) / v^2$$

$$\xi = 312,30 \times (2 \times 9,81) / 0,509^2$$

$$\xi = 23650,23$$

Le coefficient de perte de charge dans la vanne est trop grand ce qui veut dire qu'on ne pourra pas utiliser une vanne à papillon. Donc on va opter pour un réducteur de pression ou un brise-charge.

Tronçon SR01 vers R02

➤ **Caractéristiques du tronçon**

- ✓ Le débit véhicule : $Q = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 350 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR02 : $CR (SR02) = 770 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein R05 : $CTP (R05) = 634 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur disponible: $H_d = 136 \text{ m}$.

➤ **Calcul du diamètre**

$$D_{\min} = 0,092 \text{ m}$$

$$D_{\max} = 0,160 \text{ m}$$

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 110 ; 125 et 160 mm avec une pression nominale de 20 Bars (PN20) (Annexe 5).

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.11) ci-après.

Tableau (IV.11) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR01-R02

e (mm)	Dext (m)	Vitesse (m/s)	Re	L (m)	λ	ΔH_t (m)	Hd (m)
12,3	0,11	1,746	149166,903	350	0,017336	12,706	136
14,0	0,125	1,353	131328,387	350	0,017636	6,539	136
17,9	0,16	0,825	102567,258	350	0,018321	1,974	136

D'après le tableau (IV.11) ci-dessus, et pour que l'eau arrive au réservoir (R02), il faut que $\Delta H_t \leq H_d$, condition vérifiée pour le diamètre de 125 mm.

Ainsi, le diamètre choisi est 125 mm avec une perte de charge $\Delta H_t = 6,539 \text{ m}$ et une vitesse de 1,353 m/s.

Pour garder le même débit véhiculé dans la conduite avec la même vitesse et le diamètre de 125mm, on utilise une vanne afin de créer des pertes de charge singulières.

➤ **Calcul des pertes de charge créées par la vanne ΔH_v**

$$\Delta H_v = 136 - 6,539$$

$$\Delta H_v = 129,46 \text{ m.}$$

➤ **Calcul du coefficient d'ouverture de la vanne ξ**

$$\xi = \Delta H_v \times (2 \times g) / v^2$$

$$\xi = 129,46 \times (2 \times 9,81) / 1,353^2$$

$$\xi = 1387,52$$

➤ **Calcul de l'angle de la vanne θ**

Le type de vanne sera une vanne à papillon, d'où l'angle d'ouverture de cette dernière sera déterminé à partir de l'abaque donné dans l'Annexe (2).

Pour $\xi = 1387,52$;

L'angle d'ouverture de la vanne papillon θ sera de 79° .

Tronçon SR02 vers R03

➤ **Caractéristiques du tronçon**

- ✓ Le débit véhiculé : $Q = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 750 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR02 : $CR (SR02) = 830 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein R03 : $CTP (R03) = 794 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur disponible: $H_d = 36 \text{ m.}$

➤ **Calcul du diamètre**

$$D_{\min} = 0,082 \text{ m}$$

$$D_{\max} = 0,143 \text{ m}$$

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 90 ; 110 et 125 mm avec une pression nominale de 10 Bars (PN10) (Annexe 3).

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.12) ci-après.

Tableau (IV.12) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR02-R03

e (mm)	Dext (m)	Vitesse (m/s)	Re	L (m)	λ	ΔH_t (m)	Hd (m)
5,4	0,09	1,624	128675,288	750	0,017835	26,131	36
6,6	0,110	1,087	105279,781	750	0,018357	9,432	36
7,4	0,125	0,839	92478,065	750	0,018746	5,037	36

D'après le tableau (IV.12) ci-dessus, et pour que l'eau arrive au réservoir (R03), il faut que $\Delta H_t \leq H_d$, condition vérifiée pour le diamètre de 110 mm.

Ainsi, le diamètre choisi est 110 mm avec une perte de charge $\Delta H_t = 9,432$ m et une vitesse de 1,087 m/s.

Pour garder le même débit véhiculé dans la conduite avec la même vitesse et le diamètre de 110 mm, on utilise une vanne afin de créer des pertes de charge singulières.

➤ **Calcul des pertes de charge créées par la vanne ΔH_v**

$$\Delta H_v = 36 - 9,432$$

$$\Delta H_v = 26,57 \text{ m.}$$

➤ **Calcul du coefficient d'ouverture de la vanne ξ**

$$\xi = \Delta H_v \times (2 \times g) / v^2$$

$$\xi = 26,57 \times (2 \times 9,81) / 1,087^2$$

$$\xi = 441,2$$

➤ **Calcul de l'angle de la vanne θ**

Le type de vanne sera une vanne à papillon, d'où l'angle d'ouverture de cette dernière sera déterminé à partir de l'abaque donné dans l'Annexe (2).

Pour $\xi = 441,2$;

L'angle d'ouverture de la vanne papillon θ sera de $66,8^\circ$.

Tronçon SR02 vers R04

➤ **Caractéristiques du tronçon**

- ✓ Le débit véhiculé : $Q = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ La longueur : $L = 900 \text{ m}$;
- ✓ Cote radier SR02 : $CR (SR02) = 830 \text{ m}$;
- ✓ Cote trop plein R04 : $CTP (R04) = 644 \text{ m}$;
- ✓ Hauteur disponible: $H_d = 186 \text{ m}$.

➤ **Calcul du diamètre**

$$D_{\min} = 0,050 \text{ m}$$

$$D_{\max} = 0,087 \text{ m}$$

On choisit le PEHD comme matériau et les diamètres normalisés sont : 50 ; 63 et 75 mm avec une pression nominale de 25 Bars (PN25) (Annexe 6).

Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (IV.13) ci-après.

Tableau (IV.13) : Calcul des pertes de charge totales du tronçon SR02-R04

e (mm)	Dext (m)	Vitesse (m/s)	Re	L (m)	λ	ΔH_t (m)	Hd (m)
6,9	0,05	2,916	105570,609	900	0,019195	237,900	186
8,6	0,063	1,821	83442,271	900	0,019687	71,995	186
10,3	0,075	1,291	70251,030	900	0,020162	31,187	186

D'après le tableau (IV.13) ci-dessus, et pour que l'eau arrive au réservoir (R04), il faut que $\Delta H_t \leq H_d$, condition vérifiée pour le diamètre de 75 mm.

Ainsi, le diamètre choisi est 75 mm avec une perte de charge $\Delta H_t = 31,187$ m et une vitesse de 1,291 m/s.

Pour garder le même débit véhiculé dans la conduite avec la même vitesse et le diamètre de 75 mm, on utilise une vanne afin de créer des pertes de charge singulières.

➤ **Calcul des pertes de charge créées par la vanne ΔH_v**

$$\Delta H_v = 186 - 31,187$$

$$\Delta H_v = 154,81 \text{ m.}$$

➤ **Calcul du coefficient d'ouverture de la vanne ξ**

$$\xi = \Delta H_v \times (2 \times g) / v^2$$

$$\xi = 154,81 \times (2 \times 9,81) / 1,291^2$$

$$\xi = 1822,41$$

Le coefficient de perte de charge dans la vanne est trop grand ce qui veut dire qu'on ne pourra pas utiliser une vanne à papillon. Donc on va opter pour un réducteur de pression ou un brise-charge.

IV.9. Tableau récapitulatif des diamètres économiques

En récapitulation, les diamètres calculés et le type de matériau choisi pour les différents tronçons de l'adduction étudiée, sont regroupés dans le tableau (IV.14) ci-après.

Tableau (IV.14) : *Les diamètres calculés, la pression nominale et le matériau choisi pour chaque conduite de l'adduction étudiée*

Type du tronçon	Tronçon	Diamètre (mm)	Pression nominale (bar)	Matériau
Refoulement	SR-SR01	200	16	PEHD
	SR01-SR02	160	10	PEHD
	SR02-R05	110	10	PEHD
Gravitaire	SR01-R01	100	40	Fonte
	SR01-R02	125	20	PEHD
	SR02-R03	110	10	PEHD
	SR02-R04	75	25	PEHD

IV.10. Conclusion

Le dimensionnement des conduites d'adduction a été fait sur la base des besoins maximums en eau de la population.

Dans le but d'assurer une vitesse et une perte de charge acceptable avec un bilan moins coûteux, on a effectué une étude technico-économique afin de pouvoir dimensionner les différentes conduites d'adduction (refoulement et gravitaire). Le choix définitif des diamètres économiques a été fait sur la base de cette étude en calculant les paramètres suivants :

La vitesse d'écoulement, les pertes de charges, l'énergie consommée et les frais d'exploitations.

Chapitre V

Les pompes

V.1. Introduction

Ce chapitre fera l'objet, de choix de type de la pompe idéale adapté pour ce présent projet. Le procédé dit «pompage» ; il consiste à donner pour l'eau de l'énergie cinétique par le biais de pompes pour qu'elles le refoulent d'un point bas à un autre point plus haut à travers des conduites.

V.2. Choix de la pompe

Le choix de la pompe se fait en respectant les critères suivants :

- ✓ Le débit à refoulé (Q) ;
- ✓ La hauteur manométrique totale (H_{mt}) ;
- ✓ Le rendement de la pompe (η).

Ces caractéristiques nous permettent de choisir le type de pompe convenable.

Pour la station de pompage sur forage, on adaptera un groupe électropompes immergés vu les avantages qu'ils présentent, à savoir :

- ✓ Fiabilité ;
- ✓ Amorçage automatique ;
- ✓ Rendement élevé ;
- ✓ Entretien presque nul.

Pour les autres stations de pompage, notre choix se portera sur les pompes centrifuges à axe horizontale.

V.3. Classification des pompes [6]

➤ Les turbopompes

Suivant le type de la roue et son mode d'action On distingue dans la catégorie des turbopompes :

- ✓ Pompes centrifuges ;
- ✓ Pompes hélices ;
- ✓ Pompes hélico-centrifuges.

Les pompes centrifuges sont classées selon les critères suivants :

- ✓ Le nombre de cellules (monocellulaire, multicellulaires) ;
- ✓ La disposition de l'axe de rotation (horizontal, vertical, incliné) ;
- ✓ L'importance de la pression produite ;
- ✓ La nature de fluide ;
- ✓ Le domaine d'utilisation.

➤ Les pompes volumétriques

Elles sont caractérisées par un déplacement du liquide du point de l'aspiration vers le point de refoulement qui se fait par un mouvement de :

- ✓ Translation ;
- ✓ Rotation ;
- ✓ ou mixte (translation et rotation).

Cette classification est basée sur la forme de la trajectoire à l'intérieur du rotation de la pompe (roues radiales, semi-radiales, axiales).

V.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 caractérisé 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'acheminé 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.

V.5. Courbe Caractéristique d'une conduite

Elle est appelée parfois courbe caractéristique du réseau, $H_c=f(Q)$.

V.6. Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

Les courbes principales qui caractérisent une pompe et qui expriment ses performances sont, pour une vitesse de rotation donnée, au nombre de trois comme le montre la figure (V.1) ci-dessous [7].

❖ La courbe hauteur-débit ($H=f(Q)$)

Elle définit les variations des différentes hauteurs de relèvement en fonction du débit. Le point d'intersection de la courbe $H=f(Q)$ avec l'axe des ordonnées s'appelle le point de barbotage ou point à vanne fermée.

❖ La courbe rendement-débit ($\eta=f(Q)$)

Elle définit les valeurs du rendement en fonction du débit, cette courbe présente un maximum pour une certaine valeur du débit.

❖ La courbe des puissances absorbées-débit ($P_a=f(Q)$)

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

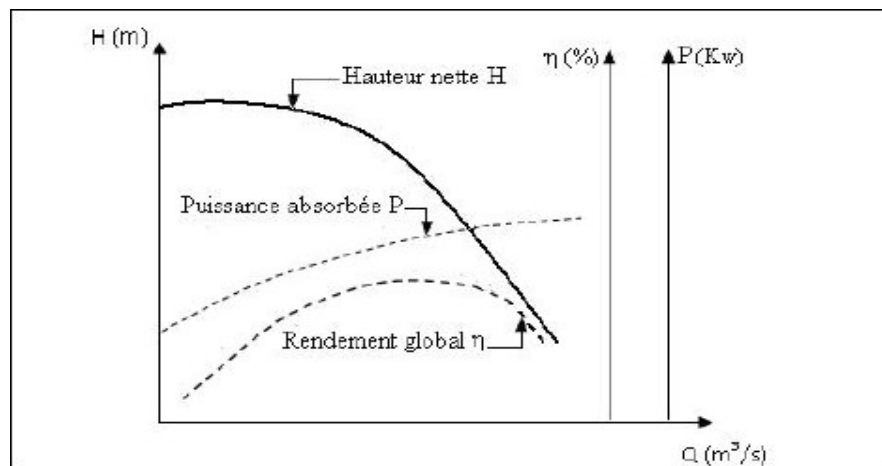


Figure (V.1) : Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

V.7. La hauteur manométrique totale Hmt

Elle est indiquée par un manomètre placé entre les brides d'entrée et de sortie de la pompe, elle s'exprime comme suite :

$$H_{mt} = H_a + H_r + J_a + J_r \quad (V.1)$$

Avec :

- H_a : Hauteur géométrique d'aspiration ;
- H_r : Hauteur géométrique de refoulement ;
- J_a : Les pertes de charges à l'aspiration ;
- J_r : Les pertes de charges au refoulement.

V.8. La puissance absorbée P_a

Elle est donnée par l'expression suivante :

$$P_a = (g \times \rho \times Q \times H_{mt}) / \eta \quad (V.2)$$

Avec :

- P_a : Puissance absorbée en KW ;
- Q : Débit en m^3/s ;
- H_{mt} : Hauteur manométrique totale en m ;
- η : Le rendement de la pompe en % ;
- ρ : La masse volumique.

V.9. Point de fonctionnement

Il est défini comme étant le point d'intersection de la courbe ($H_p=f(Q_p)$) avec la courbe caractéristique de la conduite ($H_c=f(Q)$). La pompe fonctionnera dans de bonnes conditions si le point de fonctionnement se trouve dans la zone de non cavitation. Ce point doit aussi être situé au droit du rendement maximum de la pompe appelé point nominal, comme le montre la figure (V.2) ci-après.

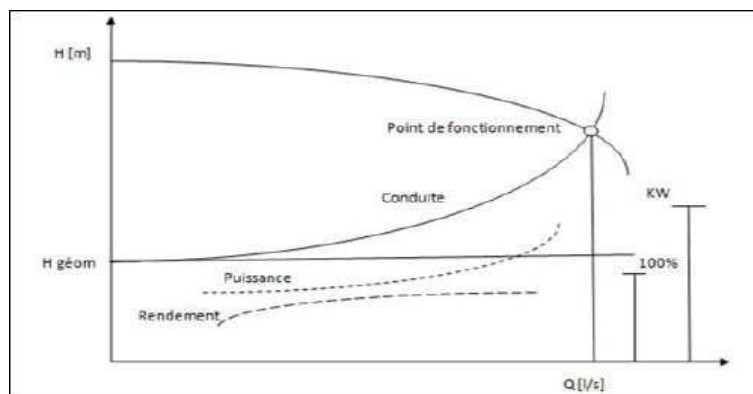


Figure (V.2) : Point de fonctionnement d'une pompe

En particulier, dans le cas où le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré, on sera dans l'obligation d'apporter quelques modifications afin d'adapter la pompe aux conditions de travail désirées [7].

Le point de fonctionnement peut être obtenu par la modification de l'un des paramètres de fonctionnement de la pompe, d'où l'intérêt pratique des lois de similitudes, à savoir :

❖ **Première variante : Modification du temps de pompage**

Le point de fonctionnement étant à droite de P. Le débit relevé Q_1 sera plus important que Q . Pour cela il faut diminuer le temps de pompage tout en conservant le volume d'eau constant, comme il est illustré dans la figure (V.3).

Le volume d'eau entrant dans le réservoir pendant un temps $t=20$ heures est de :

$$V_e = 20 \times Q \quad (V.3)$$

Ce même volume V_e sera obtenu par refoulement d'un débit Q_1 pendant un temps t' .
Donc, on peut écrire :

$$t' \times Q_1 = t \times Q \quad (V.4)$$

$$t' = \frac{t \times Q}{Q_1}$$

➤ La puissance absorbée par la pompe

La puissance absorbée par la pompe est calculée selon la formule ci-après :

$$P_1 = \frac{\rho \times Q_1 \times H_1}{\eta} \quad (KW) \quad (V.5)$$

Avec :

- t : Temps de pompage (h) ;
- t' : Nouveau temps de pompage (h) ;
- Q : Débit désiré (m^3/s) ;
- Q_1 : Débit correspondant au point de fonctionnement (m^3/s) ;
- H_1 : Hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (m) ;
- η : Rendement correspondant au point P_1 (H_1 ; Q_1) ;
- ρ : La masse volumique.

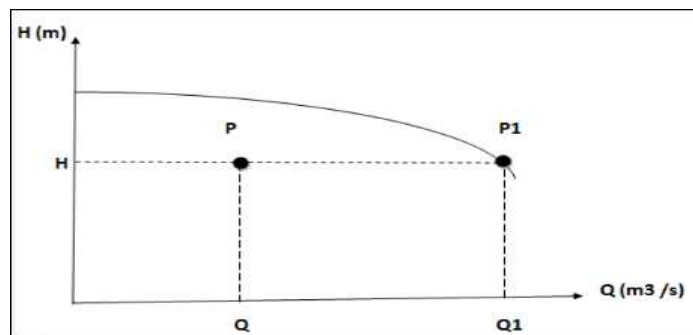


Figure (V.3) : Recherche du point de fonctionnement désiré par réduction du temps de pompage

❖ Deuxième variante : Régulation par étouffement (le vannage)

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 désiré. La figure (V.4) illustre cette méthode [7].

➤ La puissance absorbée par la pompe

La puissance absorbée est calculée selon la formule suivante :

$$P_2 = \frac{g \times \rho \times Q_2 \times H'}{\eta} \quad (\text{KW}) \quad (\text{V.6})$$

Avec :

$$H' = H + h$$

D'où :

- h : Perte de charge engendrée par le vannage (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 ;
- H : Hauteur manométrique au point désiré (m) ;
- η : Rendement correspondant au point P2 (Q_2 ; H') ;
- ρ : La masse volumique.

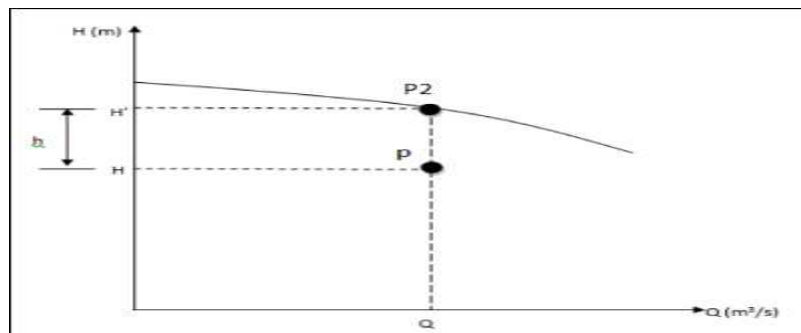


Figure (V.4) : Recherche du point de fonctionnement désiré par vannage

❖ Troisième variante : Rognage de la roue

Le rognage intervient par la réduction du diamètre extérieur de la roue, ce qui entraîne une diminution de la hauteur d'élévation pour une même vitesse de rotation. A cet effet, on trace une droite passant par l'origine et le point P. Celle-ci coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P₃ (Q_3 , H_3) qui est le point homologue de P avant le rognage comme le montre la figure (V.5). On aura alors [7] :

$$m = \sqrt{\frac{Q}{Q_3}} = \sqrt{\frac{H}{H_3}} \quad (\text{V.7})$$

- Le pourcentage de rognage (r) :

Le pourcentage de rognage (r) est :

$$r = 1 - m'(\%) \quad (V.8)$$

Avec :

- m' : Coefficient de rognage

- La puissance absorbée par la pompe :

La puissance absorbée par la pompe est :

$$P'_a = \frac{g \times \rho \times Q_1 \times H}{\eta} \quad (V.9)$$

❖ **Quatrième variante: Variation de la vitesse de rotation**

La diminution de la vitesse de rotation entraîne la diminution du débit ainsi que la puissance absorbée. On trace la courbe iso-rendement ($H = aQ^2$) qui passe par l'origine et par le point $P_1(Q_1, H_1)$ et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point $P_3(Q_3, H_3)$ [6].

- La nouvelle vitesse de rotation est :

$$N' = N \times \frac{Q_1}{Q_3} \quad (V.10)$$

- La puissance absorbée par la pompe :

$$P_3 = \frac{g \times \rho \times Q_3 \times H_3}{\eta} \quad (V.11)$$

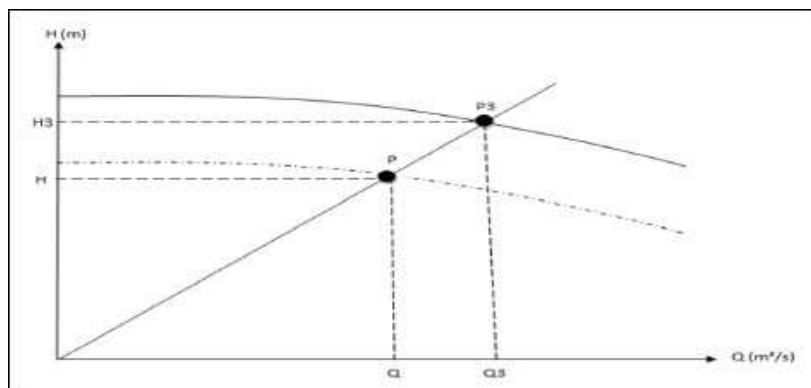


Figure (V.5) : Recherche du point de fonctionnement désiré par rognage

V.10. Etude de la cavitation

La cavitation est un phénomène qui apparaît dans la pompe au moment de la rotation lorsqu'en un point de l'écoulement la pression statique descend en dessous de la tension de vapeur du liquide, il s'agit de la création de bulles de gaz dans les zones de pression les plus élevées. Ce phénomène s'accompagne souvent par de bruits violents, vibrations importantes et une érosion des matériaux au niveau de la pompe [7].

C'est pour cela pour éviter la cavitation dans le fonctionnement de la pompe, il faut vérifier la condition suivante

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r \quad (V.12)$$

V.10.1. NPSH requis (NPSH)_r

C'est la hauteur minimale de liquide, supposée à sa température d'ébullition, nécessaire au-dessus de l'aspiration, pour empêcher la cavitation. Il dépend de :

- ✓ Type de la pompe ;
- ✓ Point de fonctionnement.

Il est donné par le fabricant sous la forme d'une courbe donnant le NPSH requis (en mètre de liquide) en fonction du débit.

V.10.2. NPSH disponible (NPSH)_d

C'est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au niveau le plus bas de la pression dans la pompe.

- ❖ Pour une alimentation en charge :

$$(NPSH)_d = \frac{p_0}{\rho} + H_a - (T_v + J_{asp}) \quad (V.13)$$

- ❖ Pour une alimentation en dépression :

$$(NPSH)_d = \frac{p_0}{\rho} - H_a - (T_v + J_{asp}) \quad (V.14)$$

Et

$$\frac{p_0}{\rho} = P_{atm} - 0,0012 \times \delta$$

Avec :

- ✓ $\frac{p_0}{\rho}$: Pression en mètre de colonne d'eau au point d'aspiration en (m) ;
- ✓ P_{atm} : Pression atmosphérique au niveau de la mer qui égale à 10,33 (m) ;
- ✓ δ : Altitude du plan d'aspiration en (m) ;
- ✓ H_a : Hauteur d'aspiration en (m) ;

- ✓ J_{asp} : Perte de charge à l'aspiration en (m) ;
- ✓ T_v : La pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.

V.11. Choix des pompes pour les stations de reprise

La pompe SR

➤ Caractéristiques de la conduite

- ✓ $Q = 30 \text{ l/s}$;
- ✓ $H_g = 71,81 \text{ m}$;
- ✓ $H_{mt} = 140,6 \text{ m}$;
- ✓ $L = 6000 \text{ m}$.

➤ Caractéristique de la pompe

À partir du catalogue numérique CAPRARI, on opte pour une pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal de type PM125/ 8D (Annexe 8).

- ✓ $Q = 31,2 \text{ l/s}$;
- ✓ $(NP \text{ SH})_r = 1,62 \text{ m}$;
- ✓ $H_{mt} = 146 \text{ m}$;
- ✓ $N = 1450 \text{ tr/min}$;
- ✓ $P_a = 61,2 \text{ Kw}$;
- ✓ $\eta = 0,746$.

- Le point de fonctionnement : P1 ($Q_1 = 31,2 \text{ l/s}$, $H_1 = 146 \text{ m}$)
- Le point désiré : P ($Q = 30 \text{ l/s}$, $H = 140,6 \text{ m}$)

Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de reprise SR sont représentées dans la figure (V.6) ci-après.

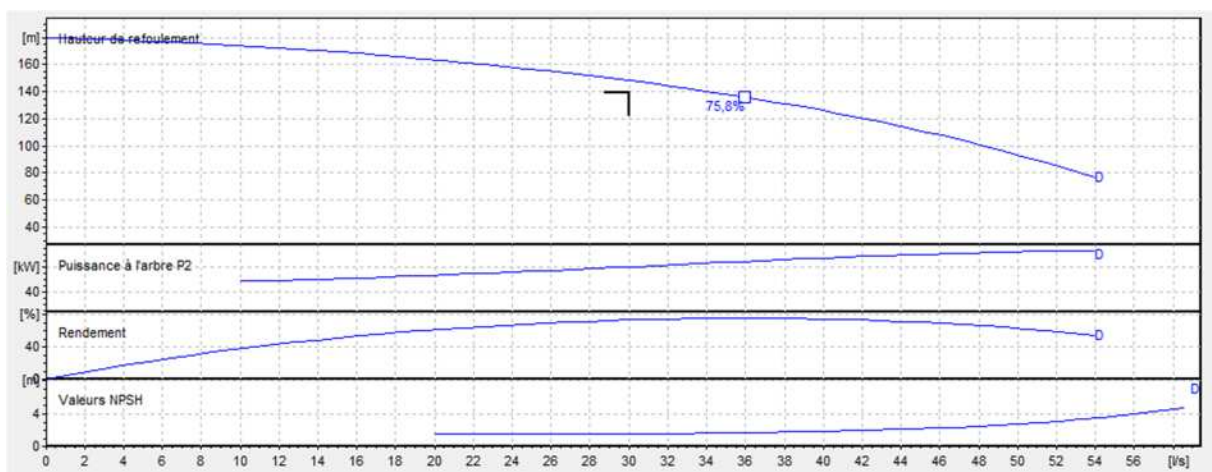


Figure (V.6) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR

D'après la figure (V.6) ci-dessus, on remarque que le point de fonctionnement (31,2 ; 146) ne correspond pas avec le point désiré (30 ; 140,6).

➤ Réalisation de point de fonctionnement

A. Modification du temps de pompage

$$t' \times Q_1 = t \times Q$$

$$t' = 20 \times \frac{30}{31,2} = 19,23 \text{ h}$$

Le nouveau temps de pompage sera :

$$t' = 19,23 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_1 = \frac{g \times \rho \times Q_1 \times H_1}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,0312 \times 146}{0,746}$$

$$P_1 = 59,90 \text{ Kw}$$

B. Régulation par étouffement (le vannage)

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

$$h = H' - H_1 = 149 - 146 = 2 \text{ m}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_2 = \frac{g \times \rho \times Q_2 \times H'}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,030 \times 149}{0,746}$$

$$P_2 = 58,78 \text{ Kw}$$

C. Rognage de la roue

Dans le cas d'une pompe centrifuge multicellulaire, cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner.

D. Variation de la vitesse de rotation

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

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

L'équation de la courbe d'iso-rendement s'écrit :

$$H_i = \frac{H_1}{Q_1^2} \times Q_i^2 = 0,169 \times Q_i^2$$

$$\text{Donc : } H_i = 0,169 \times Q_i^2$$

Cette courbe passe par le point P_3 (30,5 l/s ; 145 m).

D'où :

$$N' = 1450 \times \frac{30}{30,5} = 1426,23 \text{ tr/min}$$

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe :

$$N' = 1426,23 \text{ tr/min}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_3 = \frac{g \times \rho \times Q_3 \times H_3}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,0305 \times 145}{0,746}$$

$$P_3 = 58,16 \text{ Kw}$$

Le choix se portera sur la dernière variante qui est la variante de la vitesse de rotation, car parmi toutes les variantes étudiées, c'est elle qui donne la plus petite puissance absorbée.

➤ Vérification de la cavitation de la pompe choisie

La disposition de la pompe est en charge.

Cote de réservoir SR : 702,19 m

Cote de la station SR : 700,19 m

$$H_a = 702,19 - 700,19 = 2 \text{ m}$$

Donc : $H_a = 2 \text{ m}$.

$$(NPSH)_r = 1,62 \text{ m.}$$

$$(NPSH)_d = 10,33 - 0,0012 \times 700,19 + 2 - (0,24 + 0) = 11,25 \text{ m.}$$

Remarque : $(NPSH)_d > (NPSH)_r$, Donc la relation est vérifiée, ce qui signifie que la non cavitation de la station de reprise SR est assurée.

La pompe SR01

➤ Caractéristiques de la conduite

- ✓ $Q = 16 \text{ l/s}$;
- ✓ $H_g = 64 \text{ m}$;
- ✓ $H_{mt} = 68,7 \text{ m}$;
- ✓ $L = 650 \text{ m}$.

➤ Caractéristique de la pompe

À partir du catalogue numérique CAPRARI, on opte pour une pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal de type HMU50-2/ 2A (Annexe 9).

- ✓ $Q = 17,2 \text{ l/s}$;
- ✓ $(NPSH)_r = 2,83 \text{ m}$;
- ✓ $H_{mt} = 69,4 \text{ m}$;
- ✓ $N = 2900 \text{ tr/min}$;
- ✓ $P_a = 16,4 \text{ Kw}$;
- ✓ $\eta = 0,714$.

- Le point de fonctionnement : P1 ($Q_1 = 17,2 \text{ l/s}$, $H_1 = 69,4 \text{ m}$)
- Le point désiré : P ($Q = 16 \text{ l/s}$, $H = 68,7 \text{ m}$)

Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de reprise SR01 sont représentées dans la figure (V.7) ci-après.

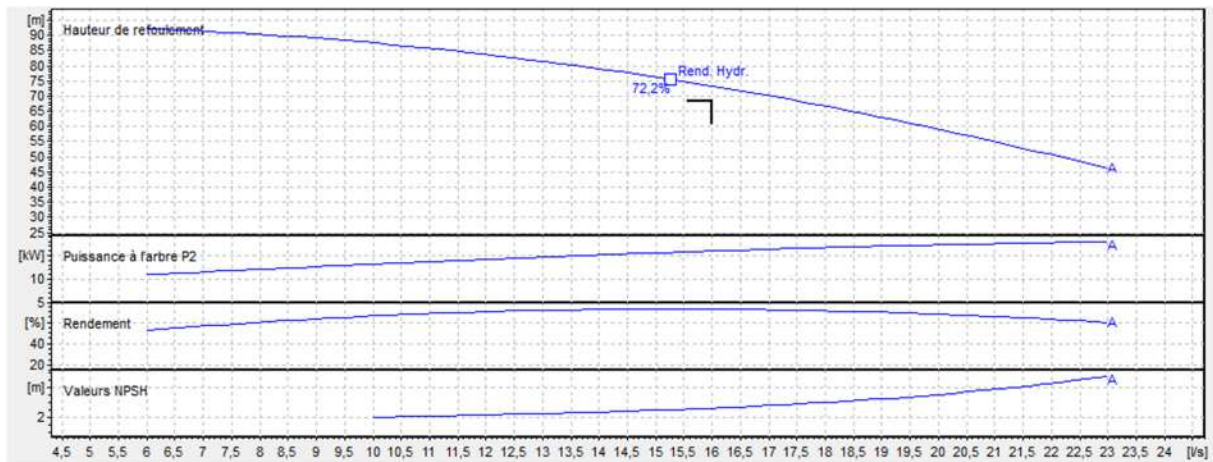


Figure (V.7) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR01

D'après la figure (V.7) ci-dessus, on remarque que le point de fonctionnement (17,2 ; 69,4) ne correspond pas avec le point désiré (16 ; 68,7).

➤ Réalisation de point de fonctionnement

A. Modification du temps de pompage

$$t' \times Q_1 = t \times Q$$

$$t' = 20 \times \frac{16}{17,2} = 18,61 \text{ h}$$

Le nouveau temps de pompage sera :

$$t' = 18,61 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_1 = \frac{g \times \rho \times Q_1 \times H_1}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,0172 \times 69,4}{0,714}$$

$$P_1 = 16,4 \text{ Kw}$$

B. Régulation par étouffement (le vannage)

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

$$h = H' - H_1 = 73,4 - 68,7 = 4,7 \text{ m}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_2 = \frac{g \times \rho \times Q_2 \times H'}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,016 \times 73,4}{0,714}$$

$$P_2 = 16,14 \text{ Kw.}$$

C. Rognage de la roue

Dans le cas d'une pompe centrifuge multicellulaire, cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner.

D. Variation de la vitesse de rotation

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

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

L'équation de la courbe d'iso-rendement s'écrit :

$$H_i = \frac{H_1}{Q_1^2} \times Q_i^2 = 0,235 \times Q_i^2$$

Donc :

$$H_i = 0,235 \times Q_i^2$$

Cette courbe passe par le point P_3 (16,2 l/s ; 72,6 m).

D'où :

$$N' = 2900 \times \frac{16}{16,2} = 2864,2 \text{ tr/min}$$

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe :

$$N' = 2864,2 \text{ tr/min}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_3 = \frac{g \times \rho \times Q_3 \times H_3}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,0162 \times 72,6}{0,714}$$

$$P_3 = 16,16 \text{ Kw}$$

Le choix se portera sur la deuxième variante qui est le vannage, car parmi toutes les variantes étudiées, c'est elle qui donne la plus petite puissance absorbée.

➤ Vérification de la cavitation de la pompe choisie

La disposition de la pompe est en charge.

Cote de réservoir SR01 : 770 m

Cote de la station SR01 : 768 m

$$H_a = 770 - 768 = 2 \text{ m}$$

Donc : $H_a = 2 \text{ m}$.

$$(NPSH)_r = 2,83 \text{ m.}$$

$$(NPSH)_d = 10,33 - 0,0012 \times 768 + 2 - (0,24 + 0) = 11,17 \text{ m.}$$

Remarque : $(NPSH)_d > (NPSH)_r$, Donc la relation est vérifiée, ce qui signifie que la non cavitation de la station de reprise SR01 est assurée.

La pompe SR02

➤ Caractéristiques de la conduite

- ✓ $Q = 5 \text{ l/s}$;
- ✓ $H_g = 64 \text{ m}$;
- ✓ $H_{mt} = 85,3 \text{ m}$;
- ✓ $L = 1500 \text{ m}$.

➤ Caractéristique de la pompe

À partir du catalogue numérique CAPRARI, on opte pour une pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal de type HMU40-1/ 4B (Annexe 10).

- ✓ $Q = 5,1 \text{ l/s}$;
 - ✓ $(NPSH)_r = 2,2 \text{ m}$;
 - ✓ $H_{mt} = 86,1 \text{ m}$;
 - ✓ $N = 2900 \text{ tr/min}$;
 - ✓ $P_a = 6,38 \text{ Kw}$;
 - ✓ $\eta = 0,669$.
- Le point de fonctionnement : P1 ($Q_1 = 5,1 \text{ l/s}$, $H_1 = 86,1 \text{ m}$)
 - Le point désiré : P ($Q = 5 \text{ l/s}$, $H = 85,3 \text{ m}$)

Les courbes caractéristiques de la pompe de la station de reprise SR02 sont représentées dans la figure (V.8) ci-après.

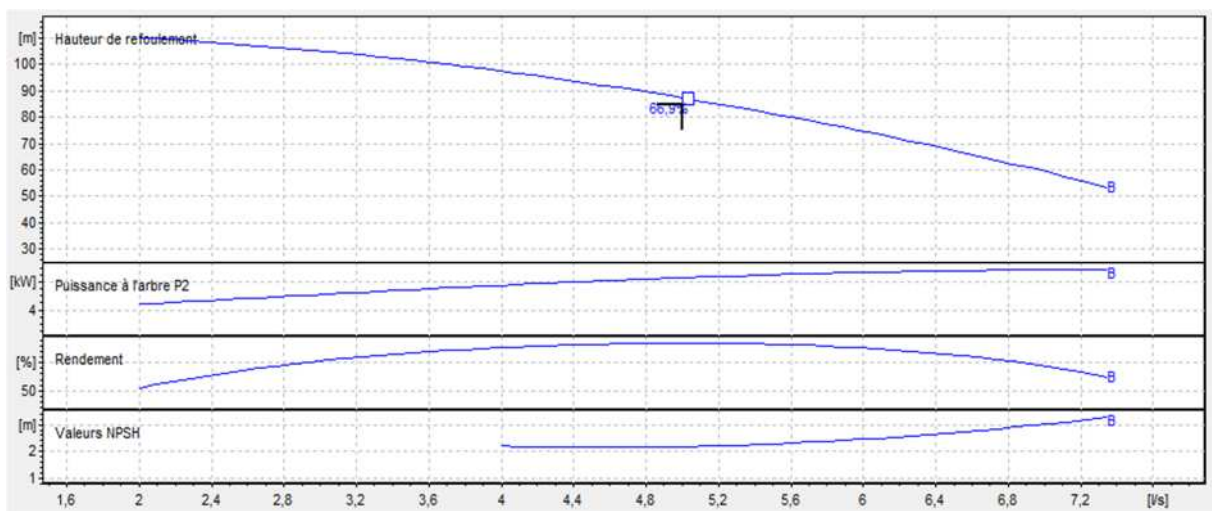


Figure (V.8) : Les courbes caractéristiques de la pompe SR02

D'après la figure (V.8) ci-avant, on remarque que le point de fonctionnement (5,1 ; 86,1) ne correspond pas avec le point désiré (5 ; 85,3).

➤ Réalisation de point de fonctionnement

A. Modification du temps de pompage

$$t' \times Q_1 = t \times Q$$

$$t' = 20 \times \frac{5}{5,1} = 19,61 \text{ h}$$

Le nouveau temps de pompage sera :

$$t' = 19,61 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_1 = \frac{g \times \rho \times Q_1 \times H_1}{\eta} = \frac{9,8 \times 1000 \times 0,0051 \times 86,1}{0,669}$$

$$P_1 = 7,2 \text{ Kw}$$

B. Régulation par étouffement (le vannage)

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

$$h = H' - H = 87,3 - 85,3 = 2 \text{ m}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_2 = \frac{g \times \rho \times Q_1 \times H'}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,005 \times 87,3}{0,669}$$

$$P_2 = 6,40 \text{ Kw}$$

C. Rognage de la roue

Dans le cas d'une pompe centrifuge multicellulaire, cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner.

D. Variation de la vitesse de rotation

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

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

L'équation de la courbe d'iso-rendement s'écrit :

$$H_i = \frac{H_1}{Q_1^2} \times Q_i^2 = 3,31 \times Q_i^2$$

$$\text{Donc : } H_i = 3,31 \times Q_i^2$$

Cette courbe passe par le point P_3 (5,02 l/s ; 86 m).

D'où :

$$N' = 2900 \times \frac{5}{5,02} = 2888,45 \text{ tr/min}$$

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe :

$$N' = 2888,45 \text{ tr/min}$$

La puissance absorbée sera :

$$P_3 = \frac{g \times \rho \times Q_3 \times H_3}{\eta} = \frac{9,81 \times 1000 \times 0,00502 \times 86}{0,669}$$

$$P_3 = 6,33 \text{ Kw}$$

Le choix se portera sur la dernière variante qui est la variante de la vitesse de rotation, car parmi toutes les variantes étudiées, c'est elle qui donne la plus petite puissance absorbée.

➤ Vérification de la cavitation de la pompe choisie

La disposition de la pompe est en charge.

Cote de réservoir SR02 : 830 m

Cote de la station SR02 : 828 m

$$H_a = 830 - 828 = 2 \text{ m}$$

Donc : $H_a = 2 \text{ m}$.

$$(NPSH)_r = 2,2 \text{ m}$$

$$(NPSH)_d = 10,33 - 0,0012 \times 828 + 2 - (0,24 + 0) = 11,1 \text{ m}.$$

Remarque : $(NPSH)_d > (NPSH)_r$, Donc la relation est vérifiée, ce qui signifie que la non cavitation de la station de reprise SR02 est assurée.

V.12. Récapitulatif des résultats

Les résultats sont récapitulés dans le tableau (V.1) suivant :

Tableau (V.1) : Récapitulatif des résultats

Station de reprise	Type de pompe	Point de fonctionnement	$(NPSH)_d$ (m)	$(NPSH)_r$ (m)	Cavitation
SR	PM125/ 8D	(31,2 ; 146)	11,25	1,62	Ne Cavite pas
SR01	HMU50-2/ 2A	(17,2 ; 69,4)	11,17	2,83	Ne Cavite pas
SR02	HMU40-1/ 4B	(5,1 ; 86,1)	11,1	2,2	Ne Cavite pas

V.13. Conclusion

Après avoir défini le type et les caractéristiques de la pompe utilisée dans les stations de reprise, nous passerons à la protection des conduites, et ce dans le chapitre suivant.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Au cours de ce présent travail, nous pensons avoir cerné les différentes phases de conception et d'étude d'un projet de réhabilitation de la chaîne d'adduction en eau potable, afin de répondre aux besoins en eau de la population.

Dans ce mémoire, nous avons fait l'étude technico-économique de la réhabilitation de chaîne d'adduction des 3 villages de la commune Feraoun à horizon 2051, à partir d'une station de reprise (SR) alimentée par une conduite de transfert du barrage Tichi-Haf (Wilaya de Béjaia).

Après avoir estimé les différents besoins en eau de la population, nous avons constaté que la quantité d'eau qu'il faut mobiliser pour les villages étudiés à l'horizon 2051 est de $2612,9 \text{ m}^3/\text{j}$.

L'importance du débit, la longueur de l'adduction et la topographie de la région, nous ont conduit à placer plusieurs stations de reprises, tout en faisant une étude technico-économique des conduites et pompes que nous avons utilisées dans ce présent travail.

De ce fait, nous avons procédé à la projection de cinq nouveaux réservoirs qui seront jumelés à ceux déjà existants.

Par la suite, nous avons procédé au dimensionnement des conduites d'adduction. Cette dernière est composée de quatre tronçons gravitaires avec des diamètres qui vont de 75 jusqu'à 125 mm, et de trois tronçons en adduction par refoulement avec des diamètres qui vont de 90 à 200 mm. Concernant les matériaux choisis pour les conduites, nous avons opté pour le poly Ethylène Haute Densité (PEHD) et la fonte ductile, pour les avantages qu'ils présentent, comparativement aux autres types de matériaux.

L'utilisation du catalogue numérique CAPRARI nous a permis de déterminer le type de pompe à adopter pour les stations de reprise. Ainsi, le choix s'est porté sur une pompe centrifuge multicellulaire à axe horizontal de type PM125/ 8D pour la station SR, de type HMU50-2/ 2A pour la station SR01 et de type HMU40-1/ 4B pour la station SR02.

A fin, nous espérons que ce modeste travail va servir de base, soit pour la réalisation de ce projet, soit pour les promotions à venir.

Références

Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Données recueillies auprès des services: APC de la commune Feraoun (Wilaya de Béjaia)
- [2] : Donnée recueillies auprès des services : La subdivision Hydraulique de la commune d'Amizour
- [3] : **Carlier, M.** : ''Hydraulique général et appliqué'', Edition EYROLLES, 1980, 588 pages.
- [4] : **MERZOUGUI, K.** et **HAMDAOUI, H.** : ''Raccordement de l'alimentation en eau potable des villages de la commune de Seddouk à partir du transfert d'Akbou-Béjaia à partir du barrage Tichi-Haf'' mémoire de fin d'étude, Université de Bejaia, 2010, 90 pages.
- [5] : Bordraux des prix unitaire. Entreprise ALLPIPE ; production de tube en PEHD ; Email : allipe.commercial15@gmail.com
- [6] : **Jacques Bovin** : « Hydraulique urbaine » édition d'ingénieries canton de vand version 2005,128 pages.
- [7] : **Dupont, A.(1979).** Hydraulique urbaine, Tome II : Ouvrage de transport Elévation et distribution des eaux. Edition Eyrolles, Paris, 484 pages.
- [8] : **KHARFALLAH, A.** et **IHADJAREN, Y.** : ''Renforcement du réseau d'AEP de la commune de FERAOUN ''mémoire de fin d'étude, Université de Bejaia, 2000, 133 pages.
- .

Annexes

Annexes

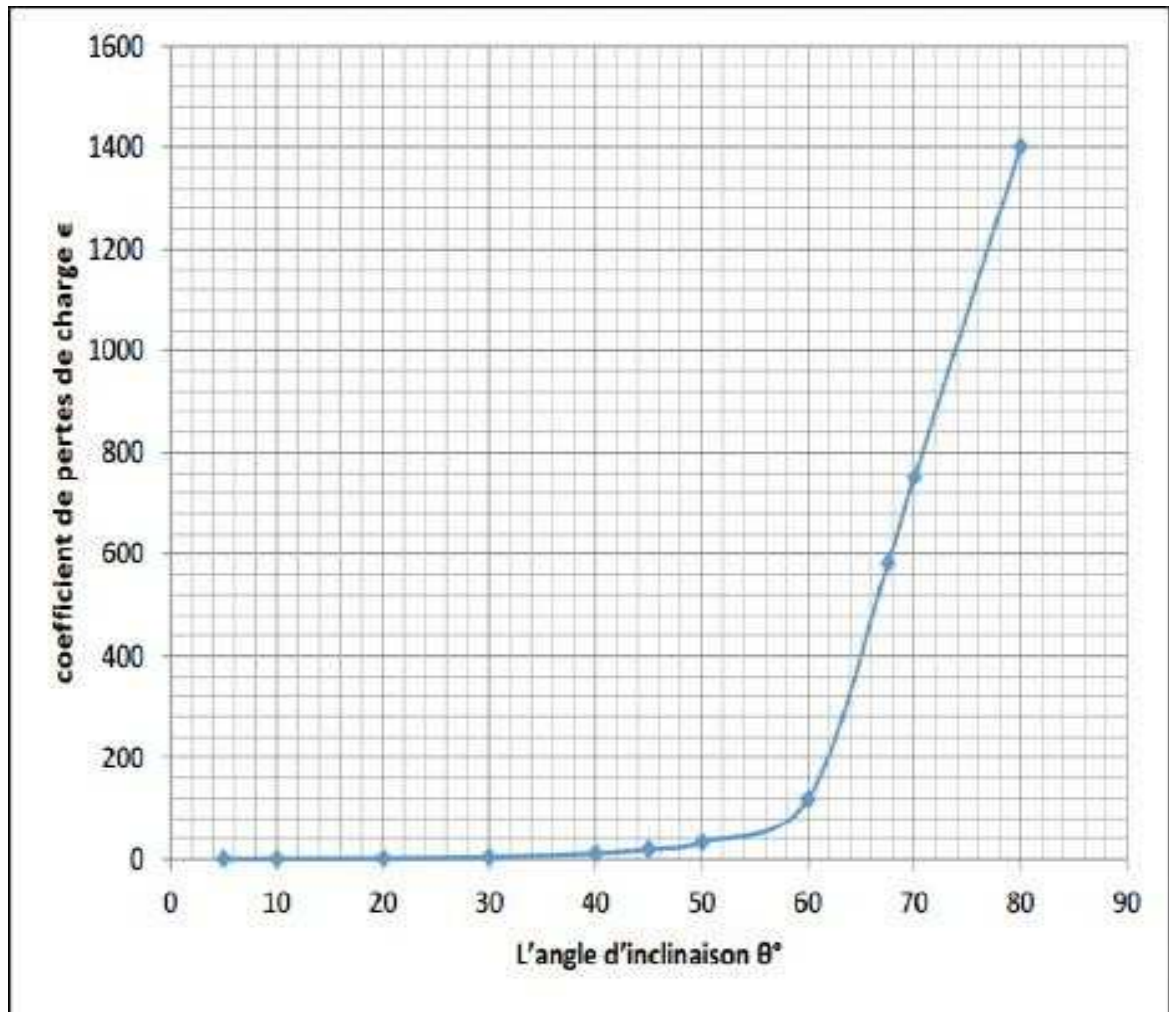
Annexe(1): Régime de consommation des agglomérations

Heures	Coefficient de variations maximales horaires de la consommation ($K_{\max.h}$)											
	1,20	1,250	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,70	1,80	1,90	2,00	2,50
0-1	3,5	3,35	3,2	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,90	0,85	0,75	0,60
1-2	3,45	3,25	3,25	3,20	2,65	2,10	1,50	1,00	0,90	0,85	0,75	0,60
2-3	3,45	3,30	2,90	2,50	2,20	1,85	1,50	1,00	0,90	0,85	1,00	1,20
3-4	3,40	3,20	2,90	2,60	2,25	1,90	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
4-5	3,40	3,25	3,35	3,50	3,20	2,85	2,50	2,00	1,35	2,70	3,00	3,50
5-6	3,55	3,40	3,75	4,10	3,90	3,70	3,50	3,00	3,85	4,70	5,50	3,50
6-7	4,00	3,85	4,15	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,20	5,35	5,50	4,50
7-8	4,40	4,45	4,65	4,90	5,10	5,30	5,50	6,50	6,20	5,85	5,50	10,20
8-9	5,00	5,20	5,05	4,90	5,35	5,80	6,25	6,50	5,50	4,50	3,50	8,80
9-10	4,80	5,05	5,40	5,60	5,85	6,05	6,25	5,50	5,85	4,20	3,50	6,50
10-11	4,70	4,85	4,85	4,90	5,35	5,80	6,25	4,50	5,00	5,50	6,00	4,10
11-12	4,55	4,60	4,60	4,70	5,25	5,70	6,25	5,50	6,50	7,50	8,50	4,10
12-13	4,55	4,60	4,50	4,40	4,60	4,80	5,00	7,00	7,50	7,90	8,50	3,50
13-14	4,45	4,55	4,30	4,10	4,40	4,70	5,00	7,00	6,70	6,35	6,00	3,50
14-15	4,60	4,75	4,40	4,10	4,60	5,05	5,50	5,50	5,35	5,20	5,00	4,70
15-16	4,60	4,70	4,55	4,40	4,60	5,30	6,00	4,50	4,65	4,80	5,00	6,20
16-17	4,60	4,65	4,50	4,30	4,90	5,45	6,00	5,00	4,50	4,00	3,50	10,40
17-18	4,30	4,35	4,25	4,10	4,60	5,05	6,50	5,50	4,50	3,50	3,50	9,40
18-19	4,35	4,40	4,45	4,50	4,70	4,85	5,00	6,50	6,30	6,20	6,00	7,30
19-20	4,25	4,30	4,40	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,35	5,70	6,00	1,60
20-21	4,25	4,30	4,40	4,50	4,40	4,20	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	1,60
21-22	4,15	4,20	4,50	4,80	4,20	3,60	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00
22-23	3,90	3,75	4,20	4,60	3,70	2,85	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,60
23-24	3,80	3,70	3,50	3,30	2,70	2,10	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60

Annexes

Annexe (2) : Evolution du coefficient d'ouverture de la vanne ζ d'une vanne à papillon en fonction de son degré d'ouverture

L'angle d'inclinaison θ (°)	0-5	10	20	30	40	45	50	60	70	80
Ξ	0,25	0,52	1,54	3,91	10,8	18,7	32,6	118	751	1400



Représentation graphique de l'évolution du coefficient de singularité d'une vanne à papillon en fonction de son degré d'ouverture

Annexes

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

Diamètre (mm)	L'épaisseur (mm)	Prix unitaire (DA)
20	2,0	40,15
25	2,0	51,23
32	2,0	64,47
40	2,4	97,69
50	3,0	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	2,0	40,74
25	2,3	59,87
32	3,0	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	10,0	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

Diamètre (mm)	L'épaisseur (mm)	Prix unitaire (DA)
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	10,0	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

Diamètre (mm)	L'épaisseur (mm)	Prix unitaire (DA)
20	3,0	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(7) : Les diamètres et pression nominale des conduites en fonte ductile

DN : diamètre intérieur en (mm)	Longueur normalisée (m)	Diamètre extérieur : De (mm)	Epaisseur 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

Annexe (8) : Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise (SR)



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

PM 125/ 8 D

Caractéristiques requises

Débit	30 l/s
Hauteur de refoulement	141 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	31,2 l/s
Hauteur de refoulement	146 m
Puissance absorbée	61,2 kW
Rendement	74,6%
Hauteur manométrique H(Q=0)	180 m
Orif. de refoulement	125 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	75 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

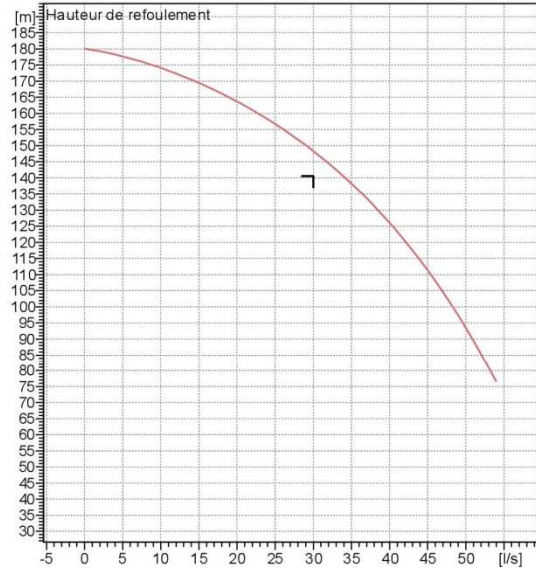
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s

Caractéristiques générales

Poids	1280 kg
-------	---------

Matériaux

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



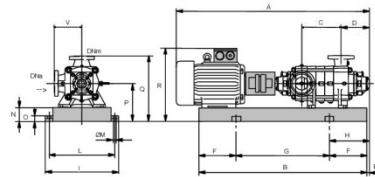
Caractéristiques de fonctionnement

UNI/ISO 2548/C

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

Dimensions mm

A = 2562
B = 2176
C = 845
D = 337
DNa = 150
DNm = 125
E = 244
F = 350
G = 1476
H = 594
I = 720
L = 670
M = 20
N = 140
O = 45
P = 420
Q = 740
R = 836
V = 320



Notes:

Date 17.01.2022	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

Annexe (9) : Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise (SR01)

caprari

Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

HMU50-2/ 2A

Caractéristiques requises

Débit	16 l/s
Hauteur de refoulement	68.7 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	17.2 l/s
Hauteur de refoulement	69.4 m
Puissance absorbée	16.4 kW
Rendement	71.4%
Hauteur manométrique H(Q=0)	92.3 m
Orif. de refoulement	50 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	18.5 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

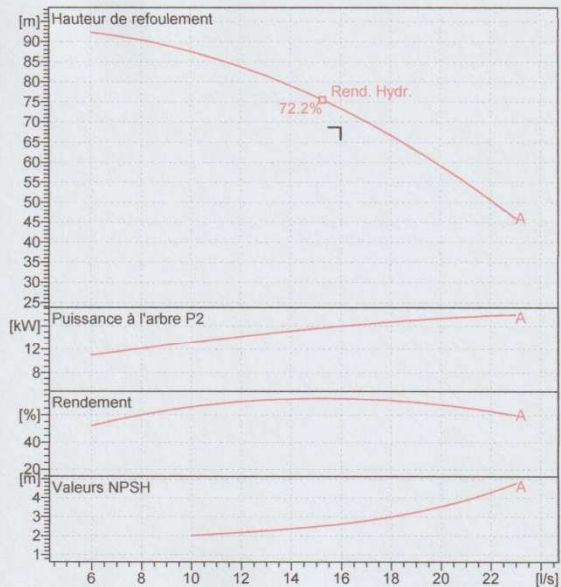
Démarrages / h max.	10
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

Poids	287 kg
-------	--------

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Alliage de cuivre
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Roulements à billes	Acier
Presse-Etouple	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



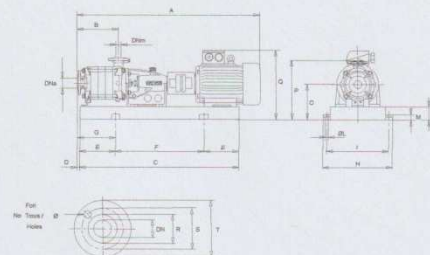
Caractéristiques de fonctionnement

UNI/ISO 2548/C

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

Dimensions mm

A = 1398
B = 226
C = 993
D = 280
E = 175
F = 643
G = 455
H = 450
I = 400
L = 20
M = 42
N = 100
O = 300
P = 500
Q = 550



Notes:

Annexe (10) : Courbe caractéristique de la pompe de la station de reprise (SR02)**caprari**

Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001**HMU40-1/ 4B****Caractéristiques requises**

Débit	5 l/s
Hauteur de refoulement	85.3 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	5.1 l/s
Hauteur de refoulement	86.1 m
Puissance absorbée	6.38 kW
Rendement	66.9%
Hauteur manométrique H(Q=0)	113 m
Orif. de refoulement	40 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	7.5 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

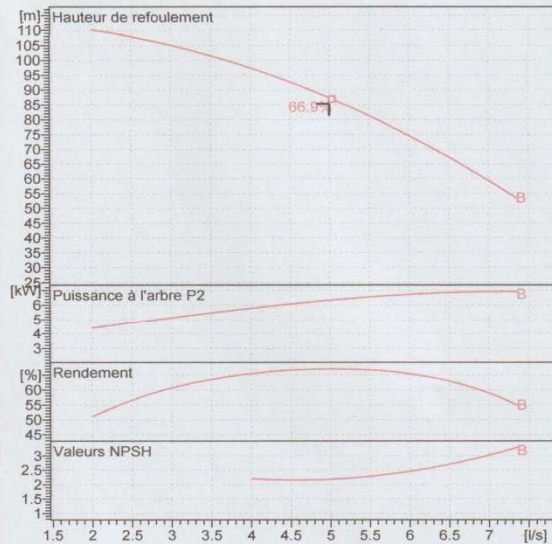
Démarrages / h max.	15
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

Poids	158 kg
-------	--------

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Alliage de cuivre
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Roulements à billes	Acier
Presse-Etoupé	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

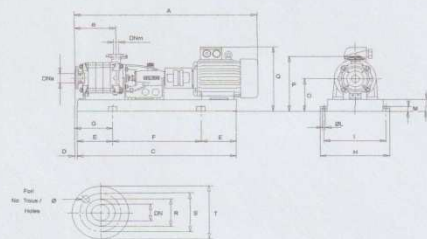
**Caractéristiques de fonctionnement**

UNI/ISO 2548/C

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

Dimensions mm

A = 1160
 B = 300
 C = 726
 D = 349
 E = 150
 F = 426
 G = 499
 H = 380
 I = 340
 L = 16
 M = 38
 N = 80
 O = 240
 P = 415
 Q = 440



Notes:

RESUME

Ce projet est réalisé dans le but de faire une étude technico-économique pour la réhabilitation de la chaîne d'adduction en eau potable des trois villages de la commune de Feraoun, daïra d'Amizour à partir de la chaîne d'adduction TICHY-HAFE. En examinant les données concernant le site, nous avons déterminé les besoins en eau de la population qui seront de 2612,9 m³/j pour l'horizon 2051. Nous avons aussi vérifié les capacités des réservoirs existants, et procédé à la projection de cinq nouveaux réservoirs qui seront jumelés à ceux existants. Par la suite, nous avons dimensionné trois conduites d'adduction par refoulement et quatre conduites d'adduction gravitaire tout en choisissant une pompe adéquate pour les deux stations de reprise.

Mots clés : *Réhabilitation, Réservoirs, Adduction, pompes.*

ABSTRACT

This project is carried out with the aim of carrying out a technico-economic study for the rehabilitation of the drinking water supply chain of the three villages of the commune of Feraoun, daïra d'amizour from the TICHY-HAFE supply chain. By examining the data concerning the site, we have determined the water needs of the population which will be 2612,9 m³/d by 2051. We also checked the capacities of existing tanks, and projected five new tanks that will be combined with existing ones. Subsequently, we sized three discharge supply lines and four gravity supply lines while choosing a suitable pump for the two recovery stations.

Keywords: *Rehabilitation, Tanks, Supply, pumps.*