



Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

NOUISSI YACINE

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

Option : **Hydraulique Urbaine**

INTITULE :

**Alimentation en eau potable de la localité
GARET (El-kseur W. de bejaia)**

Soutenu le **09/07/2019** devant le jury composé de :

- Président : **M^r YAKOUBI. M**
- Promoteur : **M^r HAMCHAOUI. S**
- Examineur : **M^r BEDJOU. A/H**

Remerciements

*Je remercie DIEU pour m'avoir donné le courage et la volonté
de mener à bien terminer ce travail.*

*Mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au
long de mon travail, particulièrement à:*

*mon encadreur Mr HAMCHAOUIS qu'il
trouve ici l'expression de mes sincères remerciements pour avoir
accepté de me diriger afin de mener à bien ce mémoire. Pour ces
conseils utiles, critiques fructueuses, je tiens à exprimer ici mes
profondes reconnaissance pour lui.*

*Je tiens aussi à remercier les membres de jury, qui ont acceptés de juger ce
travail, les enseignants du département d'hydraulique qui ont donné de leur
savoir et l'ensemble du personnel de la subdivision d'hydraulique d'El kseur et
le bureau d'étude d'hydraulique ERHYTRAPB à savoir Mr MERABET A/K et Mr
ZEOUAGUI Hicham et Mr TOUATI Khaled.*

Sans oublier tous mes amis (es).

Dédicace

Je dédie ce travail :

Avant tout à mes chers parents, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mes chers frères et chères sœurs.

A mes chers neveux et chères nièces

A toute la famille Nouissi, et

Bazizi. A la mémoire de mes grands-parents.

A tous mes amis(es) en particulier: Amirouche.M; Nassim.M; Rachid.B; Omar.B ;Yekhlef.Z; Amine.M; Kamel.M; Mohand.O et Karim.O;

Et à toute la promotion 2018/2019

de l'hydraulique.

YACINE.N

Chapitre I

Tableau (I.1) : Infrastructures existantes.....	6
Tableau (I.2) : nombre d'habitant de chaque village.....	7
Tableau (I.3) : Evolution démographique de la population à divers horizons.....	7

Chapitre II

Tableau (II.1) : Stations de pompage et ouvrages de stockage.....	16
Tableau (II.2) : Conduites d'adduction existantes.....	17
Tableau (II.3) : Conduites de distributions existantes.....	18
Tableau (II.4) : Classement des conduites existantes par type de matériau et par diamètre.....	19

Chapitre III

Tableau (III.1) : Norme de consommation domestique.....	27
Tableau (III.2) : Evaluation des Besoins en eau domestiques.....	27
Tableau (III.3) : Evaluation des Besoins en eau administratifs.....	28
Tableau (III.4) : Evaluation des besoins en eau scolaires.....	28
Tableau (III.5) : Evaluation des Besoins en eau sanitaires.....	28
Tableau (III.6) : Evaluation des Besoins en eau socio-culturels.....	29
Tableau (III.7) : Evaluation des besoins en eau commerciaux.....	29
Tableau (III.8) : Evaluation des Besoins en eau de cheptels.....	30
Tableau (III.9) : Evaluation des Besoins en eau de la zone extensible.....	30
Tableau (III.10) : Evaluation des besoins totaux des équipements.....	31
Tableau (III.11) : Evaluation du débit moyen journalier pour divers horizons.....	32
Tableau (III.12) : Evaluation du débit majoré journalier pour divers horizons.....	32
Tableau (III.13) : Evaluation du débit maximal journalier pour divers horizons.....	33
Tableau (III.14) : Bilan Ressources-Besoins pour divers horizons.....	33
Tableau (III.15) : Valeurs du coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitant.....	34
Tableau (III.16) : Valeurs du coefficient $K_{max,h}$.....	34
Tableau (III.17) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme.....	35
Tableau (III.18) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme.....	36
Tableau (III.19) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme.....	37

Chapitre IV

Tableau (IV.1) : Estimation du débit max journalier et nombre d'habitants par réservoir..	43
Tableau (IV.2) : Stations de pompage et ouvrages de stockage du réseau projeté.....	44
Tableau (IV.3) : Dimensionnement de la station de pompage SP1.....	45
Tableau (IV.4) : Dimensionnement de la station de pompage SP2.....	46

Tableau (IV.5) : Dimensionnement du réservoir R1	50
Tableau (IV.6) : Dimensionnement du réservoir R2	51
Tableau (IV.7) : Dimensionnement du réservoir R3	52
Tableau (IV.8) : Dimensionnement du réservoir R4	53
Tableau (IV.9) : Dimensionnement de la station de pompage SP3	54
Tableau (IV.10) : Dimensionnement du réservoir R5	55
Tableau (IV.11) : Dimensionnement du réservoir R6	56
Tableau (IV.12) : Capacité des ouvrages de stockage	57
Tableau (IV.13) : Calcul de D_{max} et D_{min} des tronçons	61
Tableau (IV.14) : Calcul des pertes de charges et Hmt	62
Tableau (IV.15) : Calcul des frais d'exploitations	62
Tableau (IV.16) : Calcul des frais d'amortissement	62
Tableau (IV.17) : Calcul du bilan de chaque tronçon	63
Tableau (IV.18) : Tableau récapitulatif des diamètres économiques choisis	63

Chapitre V

Tableau (V.1) : Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température	72
Tableau (V.2) : Tableau récapitulatif des pompes	81

Chapitre VI

Tableau (VI.1) : Calcul de la valeur maximale du coup de bélier	85
--	----

Chapitre VII

Tableau (VII-1) : Récapitulatif des résultats de simulation du réseau Ivarissen	105
Tableau (VII.2) : Tableau récapitulatif des longueurs des conduites	106

Chapitre I

Figure (I.1) : situation géographique des dix-sept villages 4
Figure (I.2) : Evolution démographique de la population à divers horizons..... 8

Chapitre II

Figure (II.1) : Schéma de l'état actuel de station de pompage SP1 de TIYOUDIYINE 11
Figure (II.2) : Schéma de l'état actuel de station de pompage SP2 de TAZGARTH..... 12
Figure (II.3) : Schéma de l'état actuel du réservoir R1 de TIMRI..... 13
Figure (II.4) : Schéma de l'état actuel du réservoir R2 de LEKHMIS..... 14
Figure (II.5) : Réseau d'AEP existant des dix-sept villages..... 15
Figure (II.6) : Réseau d'adduction existant par type de matériau..... 20
Figure (II.7) : Réseau de distribution existant par type de matériau..... 20

Chapitre III

Figure (III.1) : Situation du réservoir et des conduites situant à Tiyoudiyine..... 22
Figure (III.2) : Situation de la station de pompage SP2 de Tazgarth..... 23
Figure (III.3) : Situation du réservoir R1 de Timri..... 24
Figure (III.4) : Situation du réservoir R2 de Lakhmis..... 25

Chapitre IV

Figure (IV.1) : schéma synoptique du réseau d'AEP existant et projeté..... 41

Chapitre V

Figure (V.1) : Courbes caractéristiques d'une pompe..... 64
Figure (V.2) : Point de fonctionnement d'une pompe..... 67
Figure (V.3) : Photo illustrant le phénomène de cavitation..... 70
Sur des aubes d'une pompe centrifuge.
Figure (V.4) : Courbe des NPSH 71
Figure (V.5) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP1 74
Figure (V.6) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP2..... 76

Figure (V.7) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP2..... 78

Figure (V.8) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP3..... 80

Chapitre VII

Figure (VII.1) : Schéma descriptif de la distribution du village Ibarissen 88

Figure (VII.2) : Schéma descriptif de la distribution du village Slim..... 89

Figure (VII.3) : Schéma descriptif de la distribution du village Lekhmis..... 90

Figure (VII.4) : Schéma descriptif de la distribution du village Thaourirt..... 91

Figure (VII.5) : Schéma descriptif de la distribution du village Ichakfiwen..... 92

Figure (VII.6) : Schéma descriptif de la distribution des villages T. ougueni..... 93

Figure (VII.7) : Schéma descriptif de la distribution du village Thivila..... 94

Figure (VII.8) : Schéma descriptif de la distribution des villages..... 95

T.Mahrane , T.Imzir, Aguemoune

Figure (VII.9) : Schéma descriptif de la distribution du village Ihdaden..... 96

Figure (VII.10) : Schéma descriptif de la distribution du village Ibouhatmen 97

Figure (VII.11) : Schéma descriptif de la distribution du village Ait smail..... 98

Figure (VII.12) : Schéma descriptif de la distribution des villages..... 99

Akham lghers ,T.ougdal

Figure (VII.13) : Schéma descriptif de la distribution des villages..... 100

Ait yousef , Ait sidi Ahmed

Figure (VII.14) : Simulation du réseau Ibarissen..... 104

LISTE DES SYMBOLES

A : Amortissement annuel (Annuité).

AEP : Alimentation en eau potable.

a : Célérité de l'onde (m/s).

B : Valeur du coup de bélier (m).

CTN : Côte Terrain Naturel en (m).

CR : Côte du radier en (m).

CTP : Côte Trop Plein en (m).

D : Diamètre du tuyau en (m).

DN : Diamètre normalisé (mm).

D_{ext} : diamètre extérieur en (mm).

D_{int} : diamètre intérieur en (mm).

D_r : Diamètre de réservoir en (m).

E : Energie consommée par la pompe (KWh).

e_u : Prix unitaire du KWh. en (DA).

e : Epaisseur de la conduite (mm).

g : Accélération de la pesanteur en m/s^2 .

H : Hauteur de réservoir en (m)

H_a : Hauteur d'aspiration en (m).

H_d : La valeur maximale de la pression-dépression en (m).

H_g : Hauteur géométrique en (m).

H_L : Perte de charge linéaire en (m).

H_{mt} : La hauteur manométrique totale en (m).

H_r : La hauteur géométrique de refoulement en (m).

H_s : La valeur maximale de la pression-surpression en (m).

H_t : Perte de charge totale (m).

H₀ : Pression absolue de la conduite.

h_s : Perte de charge singulière en (m).

i : Taux d'annuité.

Ja : Perte de charge à l'aspiration en (m).

Jr : Perte de charge au refoulement (m).

K : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi.

K_{max,j} : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération.

K_{max,h} : Coefficient de variation de consommation maximum horaire.

L : Longueur de la conduite en (m).

N_i : Nombre de consommateurs.

N : Vitesse de rotation de la pompe (tr/min).

n : Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement ($n = 25$ ans).

(NPSH)_a : Charge nette minimale disponible à l'aspiration.

(NPSH)_r : Charge nette minimale requise à l'aspiration.

P : Puissance de pompage en (KWh).

P_a : Puissance absorbée par la pompe en (KW).

P₀ : Pression absolu.

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

Q : Débit refoulé dans la conduite en (m^3/j).

Q_{dom} : Débit domestique (m^3/j).

Q_{équi} : débit des équipements (m^3/j).

Q_{max,j} : Débit d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année.

Q_{maj,j} : Débit majoré journalier en (m^3/j)

Q_{moy,j} : Consommation moyenne journalière des consommateurs en m^3/s .

Q_{max,j} : Consommation maximale journalière en (m^3/j).

Q_p : Débit de point en (l/s).

Q_s : Débit spécifique en (l/s).

Q_r : Débit de route en (l/s).

Q_n : Débit au nœud en (l/s)

Q_c : Débit concentré au nœud en aval en (l/s)

q_i : Dotation moyenne journalière des consommateurs en l/j/cons.

R : Coefficient qui caractérise la résistance de la conduite.

Re : Nombre de Reynolds.

T_c : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge en (h).

T_v : Pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.

t : Nombre d'heures de pompage (h).

V : Vitesse d'écoulement en (m/s).

V_{max} : Résidu maximal en (m^3).

V_{min} : Résidu minimal en (m^3).

V_m : Vitesse moyenne dans un intervalle donné (m/s).

V_{sr} : Volume de la station de reprise en (m^3).

V_t : Volume total du réservoir en (m³).

V_u : Volume utile de stockage en (m³).

V_p : Volume de réservoir projeté en (m³).

V_0 : vitesse d'écoulement en régime permanent initiale (m/s).

α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort.

β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant.

ν : Viscosité cinématique de l'eau.

ρ : Masse volumique de l'eau.

η : Rendement de la pompe en (%).

δ : Pertes de charge dans la conduite en régime de fonctionnement normal.

λ : Coefficient de pertes de charge

LISTE DES ANNEXES

Annexe (1) : Statistiques des régimes de consommations des agglomérations

Annexe (2) : Abaque des pertes de charge pour les conduites en PEHD

Annexe (3) : Coefficient de perte de charge c dans une tuyère

Annexe (4) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP1- (SP1- SP2)

Annexe (5) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP2- (SP2- R1)

Annexe (6) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP2- (SP2- R2)

Annexe (7) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP3- (SP3- R5)

Annexe (8) : Calcul du débit de pointe des tronçons de distribution

Annexe (9) : État des nœuds du réseau

Annexe (10) : État des conduites du réseau

Annexe (11) : Position des réducteurs de pression

SOMMAIRE

Introduction générale :	1
-------------------------------	---

Chapitre I : Présentation du site

I.1. Introduction.....	3
I.2. Situation géographique	3
I.3. Situation topographique	4
I.4. Aperçu climatique	4
I.5. Période concernée par l'étude	5
I.6. Situation du réseau d'AEP actuel	5
I.7. Infrastructures existantes.....	5
I.8. Perspective démographique	6
I.9. Conclusion	8

Chapitre II : Situation du réseau d'AEP actuel

II.1. Introduction	9
II.2. Description du réseau d'AEP existant.....	9
II.3. Ressources en eau.....	9
II.4. Stations de pompage et ouvrages de stockage.....	9
II.4.1. Station de pompage Tiyoudhiyine SP1	9
II.4.2. Station de pompage Tazgarth SP2.....	9
II.4.3. Réservoir R1 de Timri	10
II.5. Les conduites d'adduction.....	17
II.6. Les conduites de distribution.....	17
II.7. Classement des conduites de réseau	19
II.8. Conclusion.....	21

Chapitre III : Diagnostic du réseau d'AEP existant

III.1. Introduction	21
III.2. Diagnostic physique	21
III.2.1. Diagnostic des ouvrages existants.....	21
III.2.1.a. La source Tiyoudhiyine	22

III.2.1.b. Les forages	22
III.2.1.c. La station de pompage SP1 Tiyouddhiyine.....	22
III.2.1.d. La station de pompage SP2 Tazgarth	23
III.2.1.e. Réservoir R1 de Timri	24
III.2.1.f. Réservoir R2 de Lekhmis.....	25
III.2.2. Diagnostic des conduites	26
III.2.3. Recommandations	26
III.3. Diagnostic hydraulique	27
III.3.1. Estimation des besoins en eau	27
III.3.2. Evaluation des débits de la consommation en eau par catégorie	27
III.3.2.a. Evaluation des besoins en eau domestique.....	27
III.3.2.b. Evaluation des besoins en eau administratifs	28
III.3.2.c. Evaluation des besoins en eau scolaires	28
III.3.2.d. Evaluation des besoins en eau sanitaires	29
III.3.2.e. Evaluation des besoins en eau socio-culturels.....	29
III.3.2.f. Evaluation des besoins en eau commerciaux.....	29
III.3.2.g. Evaluation des besoins en eau de cheptel.....	30
III.3.2.h. Evaluation du débit de la zone d'extension.....	31
III.3.2.i. Evaluation des besoins totaux des équipements pour divers horizons.....	31
III.3.3. Calcul du débit moyen journalier pour divers horizons	32
III.3.4. Calcul du débit majoré journalier	32
III.3.5. Calcul du débit maximal journalier	33
III.4. Bilan hydrique.....	34
III.5. Vérification des capacités des ouvrages de stockage existants	34
III.5.1. Variation de la consommation horaire	34
III.5.2. Estimation du volume utile (VU) à long terme du versant (01).....	35
III.5.3. Estimation du volume utile (VU) à long terme du versant (02).....	36
III.6. Recommandations hydraulique	38
III.7. Conclusion.....	38

Chapitre IV : Adduction

IV.1. Introduction.....	39
IV.2. Etude et conception du réseau d'adduction à divers horizons.....	39
IV.2.1. Choix du tracé	39

IV.2.2. Description du schéma d'adduction du réseau projeté.....	40
IV.3. Les ouvrage de stockage (Réservoirs)	42
IV.3.1. Choix de type des réservoirs	42
IV.3.2. Dimensionnement des ouvrages de stockage.....	42
IV.3.2.a. Estimation des débits max journaliers et du nombre d'habitants par réservoir	43
IV.3.2.b. Dimensionnement de la station de pompage SP1 de TIYLOUDHIYINE	46
IV.3.2.c. Dimensionnement de la station de pompage SP2 de TAZGARTH	47
IV.3.2.d. Dimensionnement du réservoir R1 de TIMRI	48
IV.3.2.e. Dimensionnement du réservoir R2 de LEKHMIS	49
IV.3.2.f. Dimensionnement du réservoir R3 de TIGHILT OUGUENI	50
IV.3.2.g. Dimensionnement du réservoir R4 d'AOURIR MAHRANE.....	51
IV.3.2.h. Dimensionnement de la station de pompage SP3 d'ATH YOUSSEF	52
IV.3.2.i. Dimensionnement du réservoir R5 d'ATH SMAIL	53
IV.3.2.j. Dimensionnement du réservoir R6 d'AKHAM LGHERS	53
IV.3.3. Récapitulatif des ouvrages de stockage.....	55
IV.4. Dimensionnement des conduites d'adduction	55
IV.4.1. Choix du type de conduite	55
IV.4.2. Calcul du diamètre économique.....	55
IV.4.2.a. Calcul de la vitesse	56
IV.4.2.b. Calcul des pertes de charges	56
IV.4.2.c. Calcul de la hauteur manométrique total Hmt	57
IV.4.2.d. La puissance absorbée par la pompe	57
IV.4.2.e. Energie consommée par la pompe	58
IV.4.2.f. Frais d'exploitation.....	58
IV.4.2.i. Frais d'amortissement.....	58
IV.4.3. Dimensionnement des diamètres d'adduction	58
IV.5. Conclusion	62

Chapitre V : Etude et choix des pompes

V.1. Introduction	63
V.2. Choix de type des pompes.....	63
V.3. Les courbes caractéristiques de la pompe	63
V.3.1. Puissance absorbée	64
V.3.2. Hauteur manométrique totale (Hmt)	65
V.4. Le point de fonctionnement de la pompe	66

V.4.1. Réalisation du point de fonctionnement désiré	66
V.5. Etude de la cavitation	69
V.6. Choix de type de pompe pour les différentes stations.....	72
V.6.1. La pompe installée à la station de reprise SP1 tronçon (SP1-SP2).....	72
V.6.2. La pompe installée à la station de reprise SP2 tronçon (SP2-R1).....	74
V.6.3. La pompe installée à la station de reprise SP2 tronçon (SP2-R2).....	76
V.6.4. La pompe installée à la station de reprise SP3 tronçon (SP3-R5).....	79
V.7. Conclusion.....	81

Chapitre VI : protection contre les coups de bélier

VI.1. Introduction.....	82
VI.2. Causes du phénomène.....	82
VI.3. Moyens de protection contre le régime transitoire	82
VI.4. Etude du coup de bélier.....	83
VI.5. Calcul des valeurs du coup de bélier pour les différents tronçons.....	84
VI.6. Conclusion	85

Chapitre VII : Distribution

VII.1. Introduction	86
VII.2. Classification des réseaux de distribution	86
VII.3. Conception d'un réseau de distribution	86
VII.4. Choix du type de matériaux.....	87
VII.5. Description des réseaux de distribution.....	87
VII.6. Dimensionnement du réseau de distribution	101
VII.6.1.1. Débit spécifique	101
VII.6.1.2. Débit de route	101
VII.6.1.3. Débit aux nœuds	102
VII.6.2. Calcul des pertes de charge.....	102
VII.6.3. Calcul des pressions.....	103
VII.6.4. Calcul de la vitesse	104
VII.9. Simulation du réseau	104

VII.10. Affichage des résultats.....	105
VII.11. Conclusion.....	106

Conclusion générale

Conclusion générale	107
---------------------------	-----



Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau, l'élément le plus répandu sur terre, nous accompagne à tout moment de notre vie. Elle compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement social et économique du pays.

L'approvisionnement en eau potable restera l'un des besoins les plus fondamentaux de l'être humain. Avec l'expansion démographique, l'évolution du niveau de vie et le développement des collectivités, le besoin d'apporter cette eau à portée de main à tout instant et en quantité suffisante s'est alors fait sentir.

L'accès durable aux ressources en eau potable est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Malgré l'abondance de l'eau sur la planète, la quantité d'eau douce disponible en représente une infime proportion.

A cet effet plusieurs régions de l'Algérie souffrent d'une insuffisance dans l'approvisionnement en eau potable, en particulier les régions montagneuses. Dans notre étude on s'intéresse à une localité GARET appartenant à une région montagneuse en Kabylie.

Actuellement, la localité de GARET disposent d'un réseau d'AEP, mais ce dernier ne répond pas aux exigences actuelles de la population. Ce manque est dû essentiellement au manque d'eau, fuite et l'accroissement démographique que connaît la localité.

Volume d'eau arrive aux consommateurs est loin du volume des besoins ceci est due aux pertes de charge énormes le long de réseau d'un côté et au manque d'entretien au niveau des stations de pompage ;

Les fuites d'eau dues à la vétusté et à la corrosion avancée de certains tronçons des conduites ;

L'accroissement démographique que connaît la région.

Dans ce contexte s'inscrit ce projet de fin d'études qui vise à étudier et diagnostiquer le réseau d'AEP existant. Par la suite la projection des réseaux d'AEP à divers horizons.

La méthodologie entreprise était d'abord le rassemblement des données nécessaires à travers les enquêtes menées auprès des différents services et les visites sur terrain des différents ouvrages existants. Ensuite le traitement de ces données en vue d'une conception d'un réseau plus performant.

Pour ce faire, notre travail sera axé autour de sept chapitres.

- Collecte de données, reconnaissance des réseaux et infrastructures existantes : présentation du site de projet, situation géographique, topographique, climatique,... etc. Ceci fera l'objet du premier chapitre.
- Le second chapitre sera consacré à voir et analyser la situation du réseau d'AEP actuel.
- Le troisième chapitre se portera sur un diagnostic physique et hydraulique du réseau d'AEP existant dans lequel on va déceler les anomalies, tout en estimant les besoins actuels et futurs en se basant sur le nombre d'habitant et les équipements existants actuellement et futur. Le but est d'établir un bilan des ressources disponibles et des besoins à satisfaire à long terme. La vérification des capacités des ouvrages de stockages existant et de projeter si nécessaire d'autres réservoirs pour stocker le volume demandé afin de satisfaire les besoins de la population.
- Le quatrième chapitre sera attribué aux dimensionnements des conduites d'adduction et des ouvrages de stockages et des stations de pompage, en tenant compte des paramètres techniques et économiques.
- Dans le cinquième chapitre, le catalogue Caprari est utilisé à fin de choisir les pompes adéquates pour les différentes stations de pompage.
- Le sixième chapitre sera consacré à traiter un point extrêmement important dans l'étude du projet d'alimentation en eau potable, en l'occurrence, le phénomène transitoire très dangereux du coup de bélier.
- Le septième chapitre se portera sur l'étude de distribution en eau potable de la zone d'étude.
- On terminera par une conclusion générale.

Chapitre I
Présentation
du site

I.1. Introduction

Notre étude a pour objectif l'alimentation en eau potable de la localité GARET de la commune d'El kseur. Pour cela, on a commencé ce travail par une collecte de toutes les données nécessaires à cette étude.

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'aire d'étude de point de vue géographique, climatique, hydraulique et démographique.

I.2. Situation géographique

La zone d'étude est composée de dix-sept villages. Ces derniers font partie de la commune d'El-kseur wilaya de Béjaia. Elle est limitée par :

- Le sud, Les communes Fénaia et Smaoune ;
- Le nord, Les communes Toudja et Beni-ksila ;
- L'ouest, Les communes Amizour et Oued ghir ;
- L'est, La commune Taourirt-Ighil .

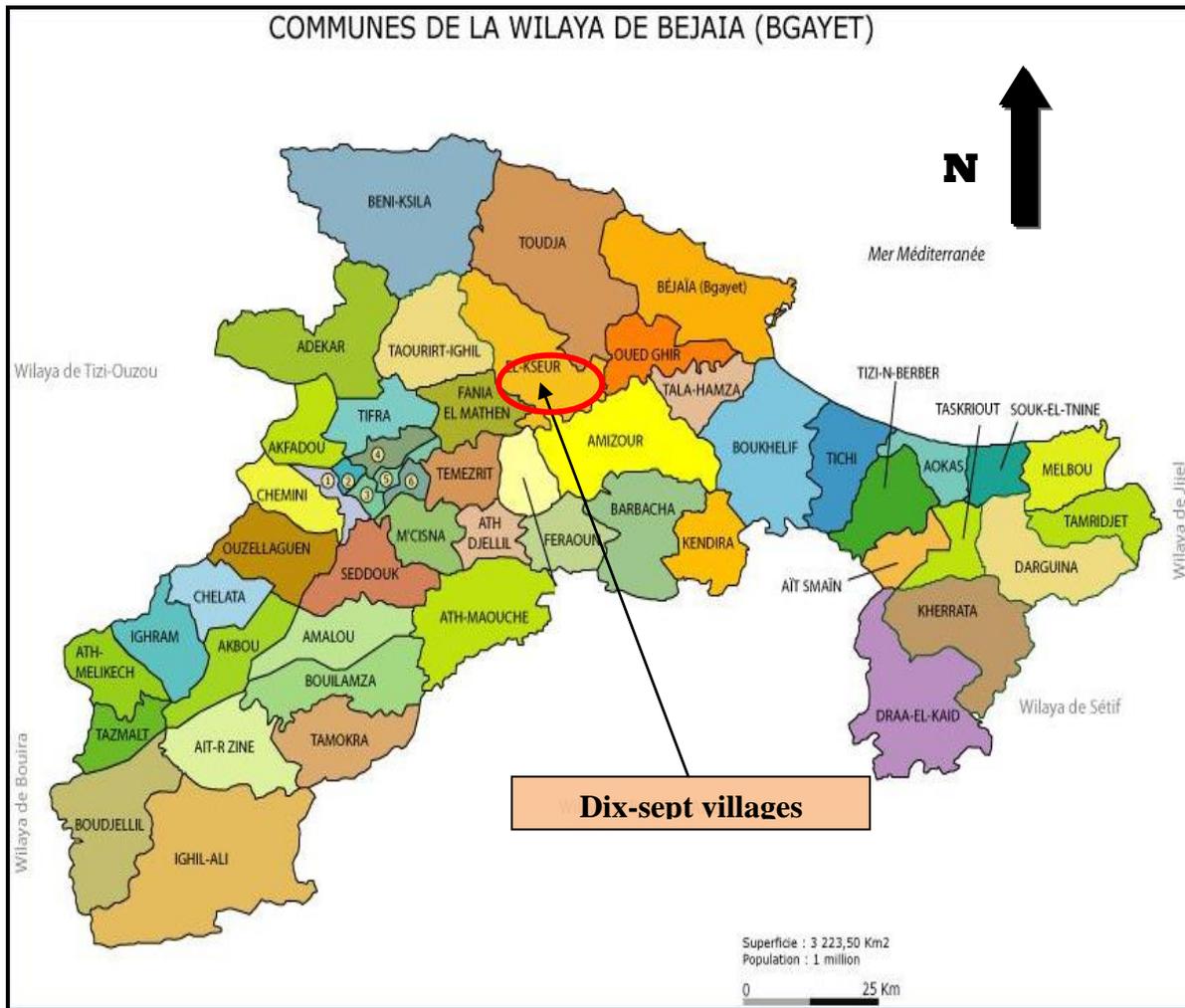


Figure (I-1) : situation géographique des dix-sept villages

Les villages se situent environ à 12 km de chef-lieu de la commune d’El-ksour et à 37 km de chef-lieu de wilaya de Bejaia.

I.3. Situation topographique

Ces villages appartiennent à un espace montagneux caractérisé par un sol difficile à exploiter avec un relief très accidenté.

I.4. Aperçu climatique

Ces villages ont un climat froid, pluvieux en hivers et chaud en été, c’est un climat méditerranéen. La période la plus pluvieuse est observée du mois octobre au mois de mars.

I.5. Période concernée par l'étude

L'horizon d'estimation à prévoir pour cette étude est au bout de 25 ans c'est-à-dire pour l'an 2044.

I.6. Situation du réseau d'AEP actuel

D'après les informations recueillies lors de nos sorties, on a constaté que la situation hydraulique actuelle est comme suit :

La zone d'étude dispose de quatre réservoirs.

Le réseau d'AEP de notre région d'étude est composée de conduites en acier noir et acier galvanisé dans l'adduction et la distribution. La plus part de ces conduites sont vétustes.

I.7. Infrastructures existantes

La zone d'étude comporte différentes infrastructures à savoir [1,2] :

- équipements administratifs ;
- équipements scolaires ;
- équipements sanitaires ;
- équipements socio-culturels ;
- équipements commerciaux ;
- cheptels.

Ces différents équipements sont illustrés dans le tableau **(I-1)** suivant :

Tableau (I-1): Infrastructures existantes.

Type d'infrastructure	Désignation	Nombre	Localisation
Administratif	Annexe Mairie	1	Thaourirt
	Annexe poste	1	
Sanitaire	Ancien centre de santé	1	Thighilt ougueni
	Centre de santé	1	
Scolaire	Primaire	2	Thighilt ougueni, Lekhmis
Cheptel	Ecurie	69	Slim, Ivarissen, Thaourirt, Thighilt ougueni, Tivila, Thighilt imzir, Aguemoun, Ibouhatmen, Ihaddaden
Socio-culturels	Mosquée	12	Thighilt ougueni, Thighilt imzir, Slim, Thaourirt, Ichakfiwen, Ihaddaden Ivarissen, Ait Sidi Ahmed, Ait Yousef, Ait Smail
Commerciaux	Alimentation générale	4	Thaourirt, Thighilt imzir, Ivarissen
	Cafeteria	3	
	Soudeur	1	Ivarissen

I.8. Perspective démographique

La collecte de données auprès de l'APC d'El-kseur a pour but la détermination de la population actuelle à alimenter et son évolution dans le temps et l'espace et de recenser les équipements existants et projetés. Le but d'évaluer les besoins en eau actuels et futurs.

Le nombre d'habitant de chaque village est mentionné dans le tableau (I-2) [1,2]

Tableau (I-2): nombre d'habitant de chaque village.

Localisation	Nombre d'habitant
Ichakfiwen+Ihaddadene	435
Ibouhathmen	644
Aguemoun+ thighilt ougueni+ thighilt imzir+ Aourir mahrane+ Lekhmis	486
Thaourirt	661
Slim+ thivila	304
Ivarissen+Ait Smail+Akham Lghers+Tizi Ougdhal	636
Ait yousef+Ait Sidi Ahmed	185
Total	3351

En appliquant la formule des intérêts composés en prenant un taux d'accroissement de 1,9 % (taux d'accroissement national) on trouvera le nombre d'habitants actuel et future.

$$P = P_0(1 + t)^n \quad (\text{I.1})$$

Avec:

- P : Population future.
- Po: Population actuelle.
- t : Taux d'accroissement.
- n : Nombre d'années envisagées pour l'étude

Pour l'année 2019 Donc n = 11, on aura un nombre d'habitants qui est de 4122 habitants.

En appliquant la formule (I.1) pour un taux d'accroissement de 1.9 %, la population future pour différents horizons est estimée dans le tableau(I.3) L'évolution de la population est illustrée sur la figure (I.2).

Tableau (I.3): Evolution démographique de la population à divers horizons.

Village	2008	2019	2024	2034	2044
	Nombres d'habitants				
Ichakfiwen+Ihaddadene	435	535	572	686	823
Ibouhathmen	644	792	847	1016	1219
Aguemoun+ thighilt ougueni+ thighilt imzir+ Aourir mahrane+ Lekhmis	486	598	640	768	921
Thaourirt	661	813	870	1044	1253
Slim+ thivila	304	374	400	480	576
Ivarissen+Ait Smail+Akham Lghers+Tizi Ougdhal	636	782	837	1004	1205
Ait yousef+Ait Sidi Ahmed	185	228	277	334	401
Total	3351	4122	4443	5332	6398

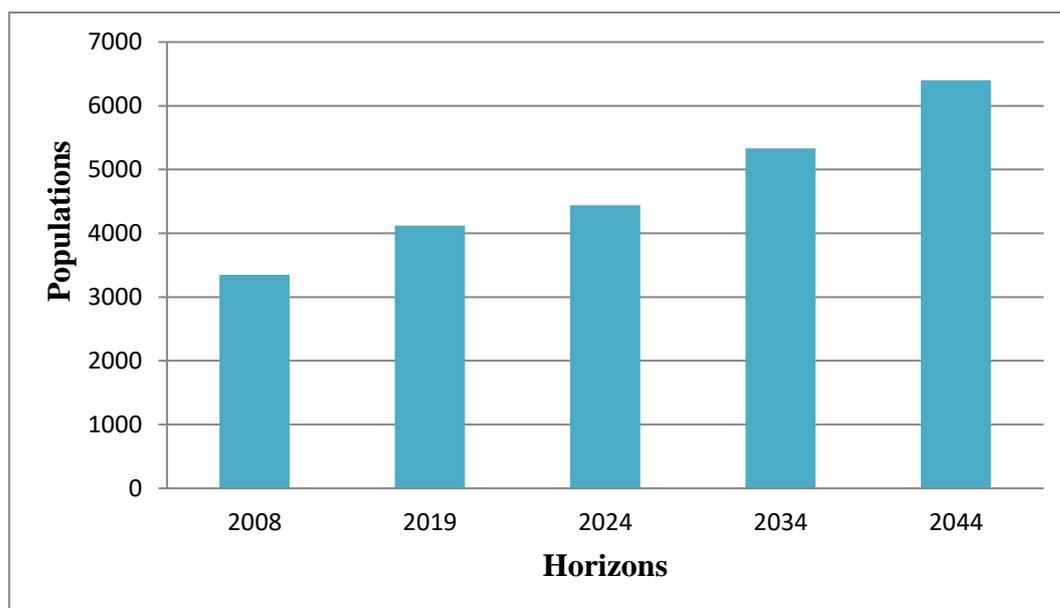


Figure (I.2) : Evolution démographique de la population à divers horizons.

I.9. Conclusion

Tableau (I-4): Récapitulatif de la population future de différents horizons

Horizon	2008	2019	2024	2034	2044
Nombre d'habitants	3351	4122	4443	5332	6398

Chapitre II
Situation du
réseau
d'AEP actuel

II.1. Introduction

Ce second chapitre est consacré pour recueillir les différentes informations sur la situation du réseau d'AEP et son état actuel lors de notre visite sur le site.

II.2. Description du réseau d'AEP existant

Le réseau d'AEP que présente la localité se compose :

- ressources en eau ;
- Stations de pompage et réservoir ;
- Conduite d'adduction et de distribution (Acier noir, acier galvanisé).

II.3. Ressources en eau

La zone d'étude est actuellement alimenté par un captage souterrain d'une source naturelle qui se situe à Tiyoudhiyine. Elle fournis un débit de 3.11 l/s [1,2]. cette dernière alimente les villages de GARET.

La zone d'étude dispose aussi de trois forages, deux à Aguemoune, et le troisième à Ichakfiwane.

II.4. Stations de pompage et ouvrages de stockage

La région d'étude dispose de deux stations de pompage à savoir :

II.4.1. Station de pompage Tiyoudhiyine SP1

Cette station est équipée d'un réservoir de 150 m³, fissuré, alimenté gravitairement à partir de la source qui se situe à 20m avec une conduite en acier noir 90 mm. Elle refoule vers la station de pompage Tazgarth SP2 avec une conduite en acier noir 200 mm. Voir figure (II-1)

II.4.2. Station de pompage Tazgarth SP2

Cette station est dotée d'un réservoir de 150 m³ de capacité, alimentée par refoulement à partir de la station tiyoudhiyine SP1. Elle refoule vers R1 de Timri avec une conduite en acier

noir de 160mm de diamètre et refoule vers le réservoir R2 qui se situe à Lekhmis avec une conduite de 160mm. Voir figure (II-2).

II.4.3. Réservoir R1 de Timri

Ce réservoir à une capacité de 200 m³. Il est alimenté par refoulement à partir de SP2 de Tazgarth. Alimente à son tour gravitairement Slim avec une conduite en acier galvanisé de diamètre 50/60 et distribue vers le village Ivarissen avec une conduite en acier galvanisé 80/90. Voir la figure (II-3)

II.4.4. Réservoir R2 de Lekhmis

Le réservoir R2 de lekhemis est doté d'une capacité de 500 m³. Il est alimenté par refoulement à partir de la station de pompage SP2 de Tazgarth avec une conduite en acier noir de diamètre 160 mm. Ce réservoir distribue vers lekhemis avec une conduite en acier noir de diamètre 90 mm et la plus part des dix-sept villages à savoir :

- Taourirth ;
- Thighilt ouguni ;
- thighilt imzir ;
- thivilla ;
- Aourir mahrane ;
- Aguemoune ;
- Ichakfiwen ;
- Ihadadden ;
- Ibouhathmane.

Voir figure (II-4)

Remarque : les villages Ait Yousef, Ait Sidi Ahmed, Ait Smail, Akham Lghers et Tizi Ougdhal ne disposent d'aucun système d'alimentation en eau potable.

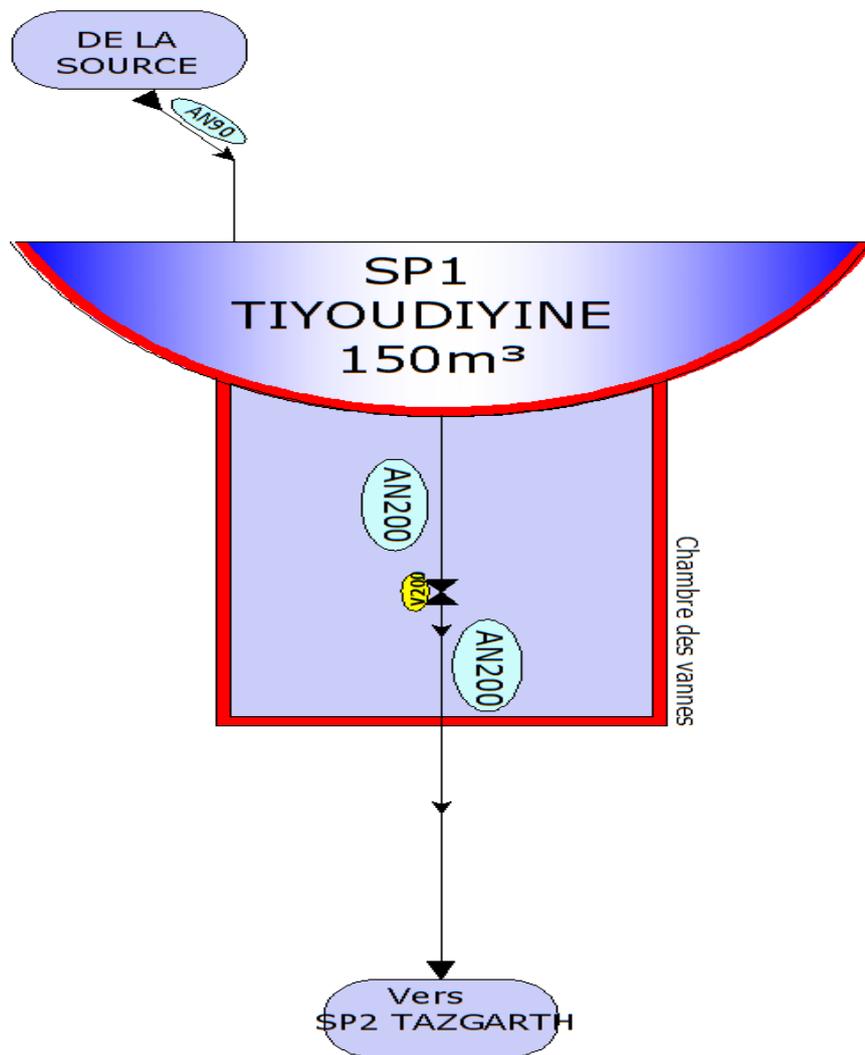


Figure (II-1) : Schéma de l'état actuel de station de pompage SP1 de TIYOUDIYINE

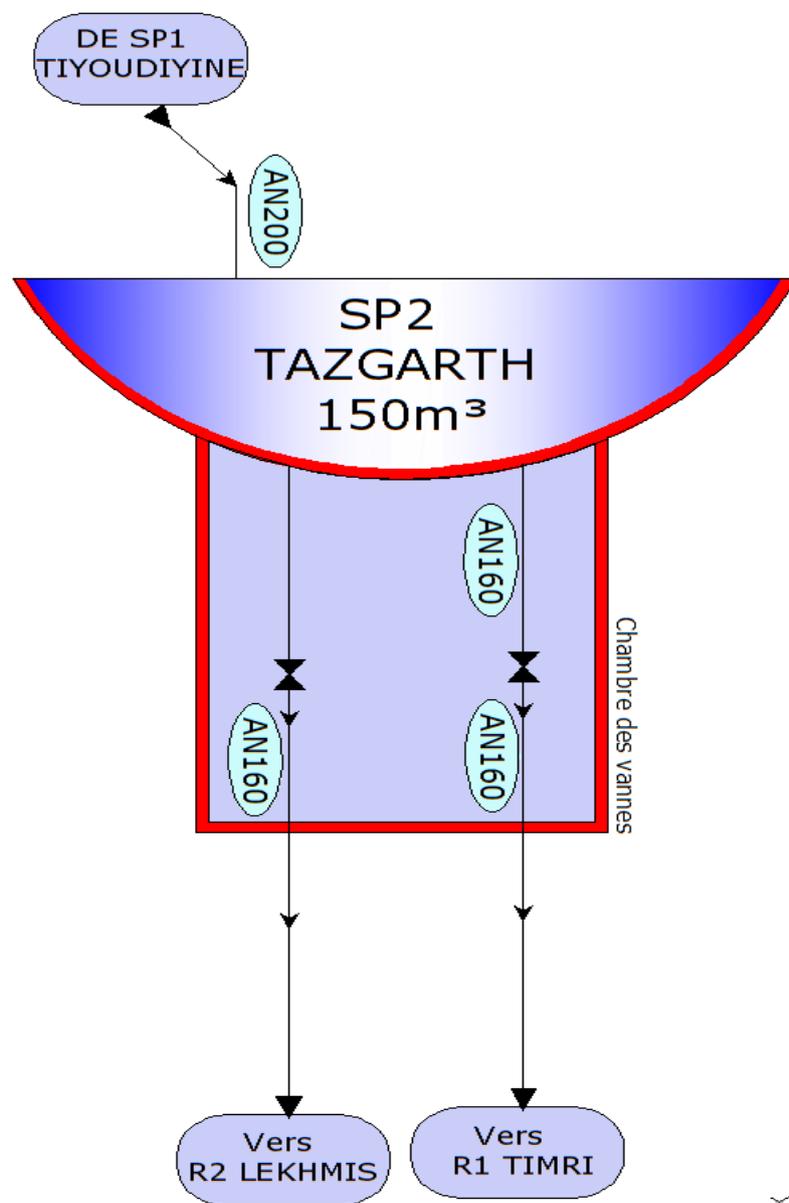


Figure (II-2) : Schéma de l'état actuel de station de pompage SP2 de TAZGARTH

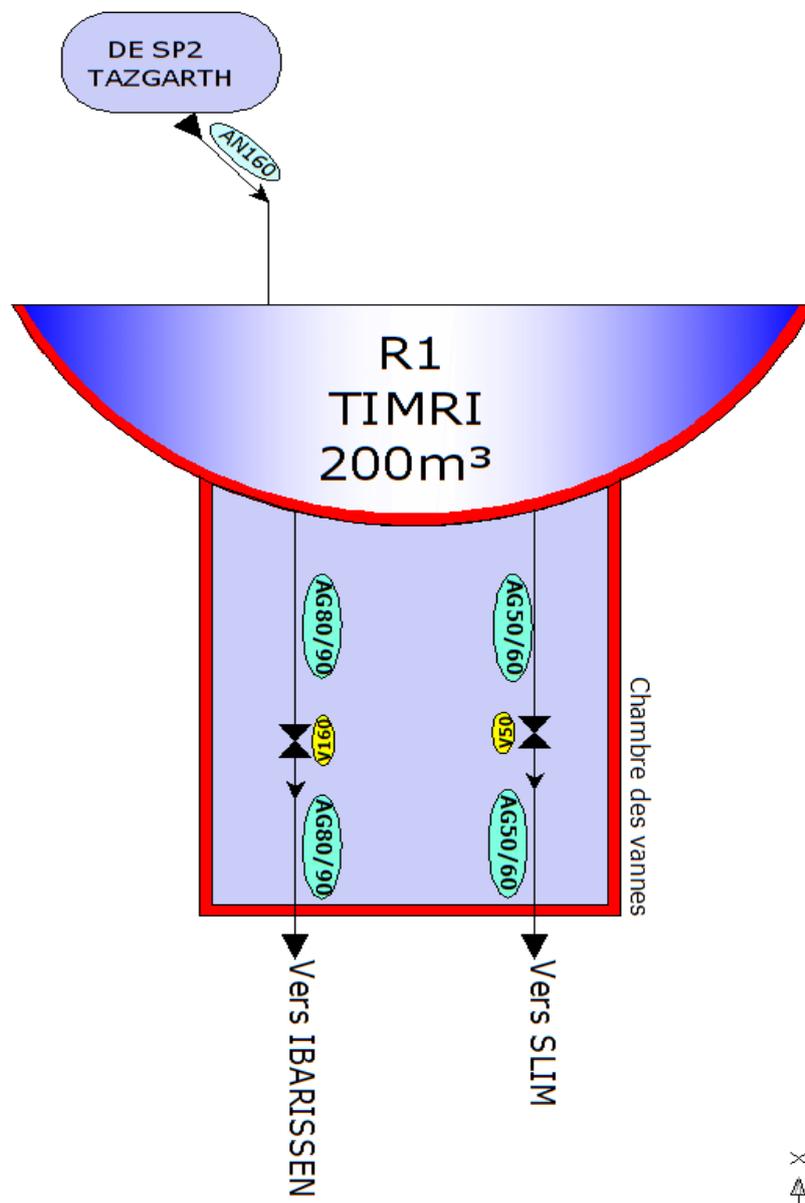


Figure (II-3) : Schéma de l'état actuel du réservoir R1 de TIMRI

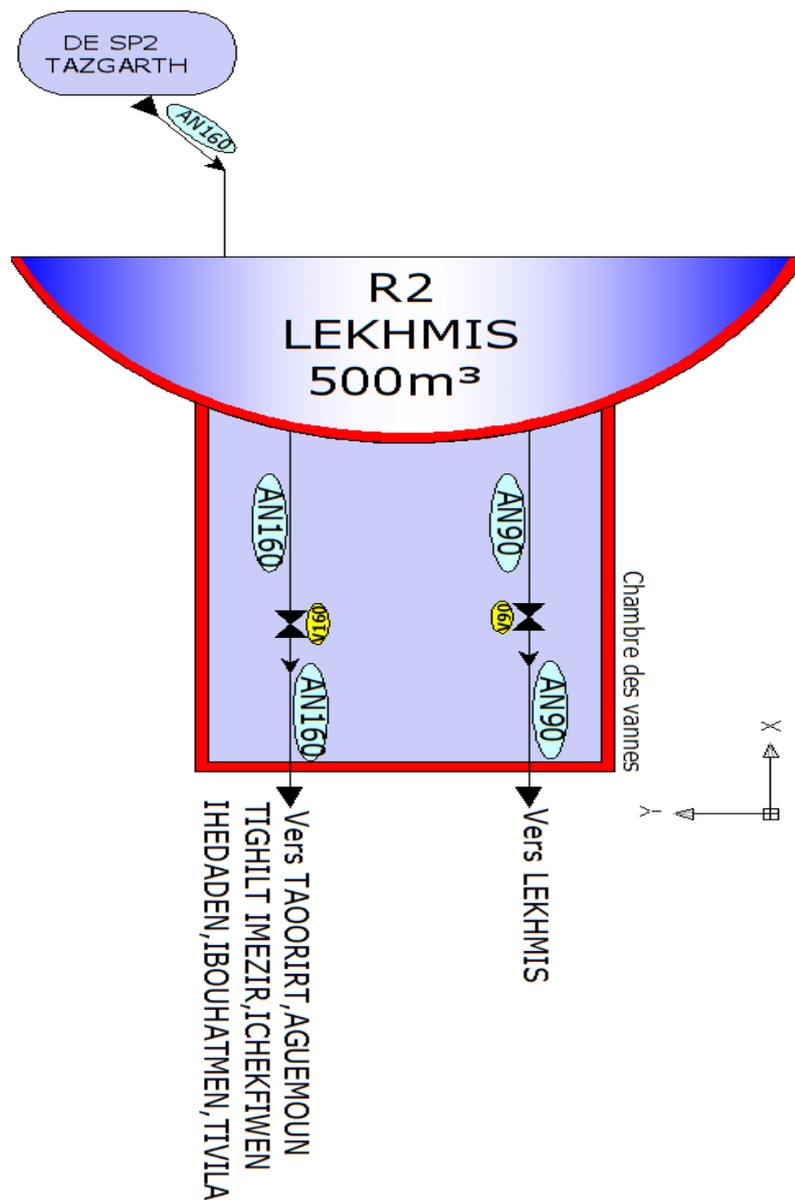


Figure (II-4) : Schéma de l'état actuel du réservoir R2 de Lekhmis

Le réseau d'AEP existant des dix-sept villages est donné dans la figure (II-5) et dans le tableau (II-1).

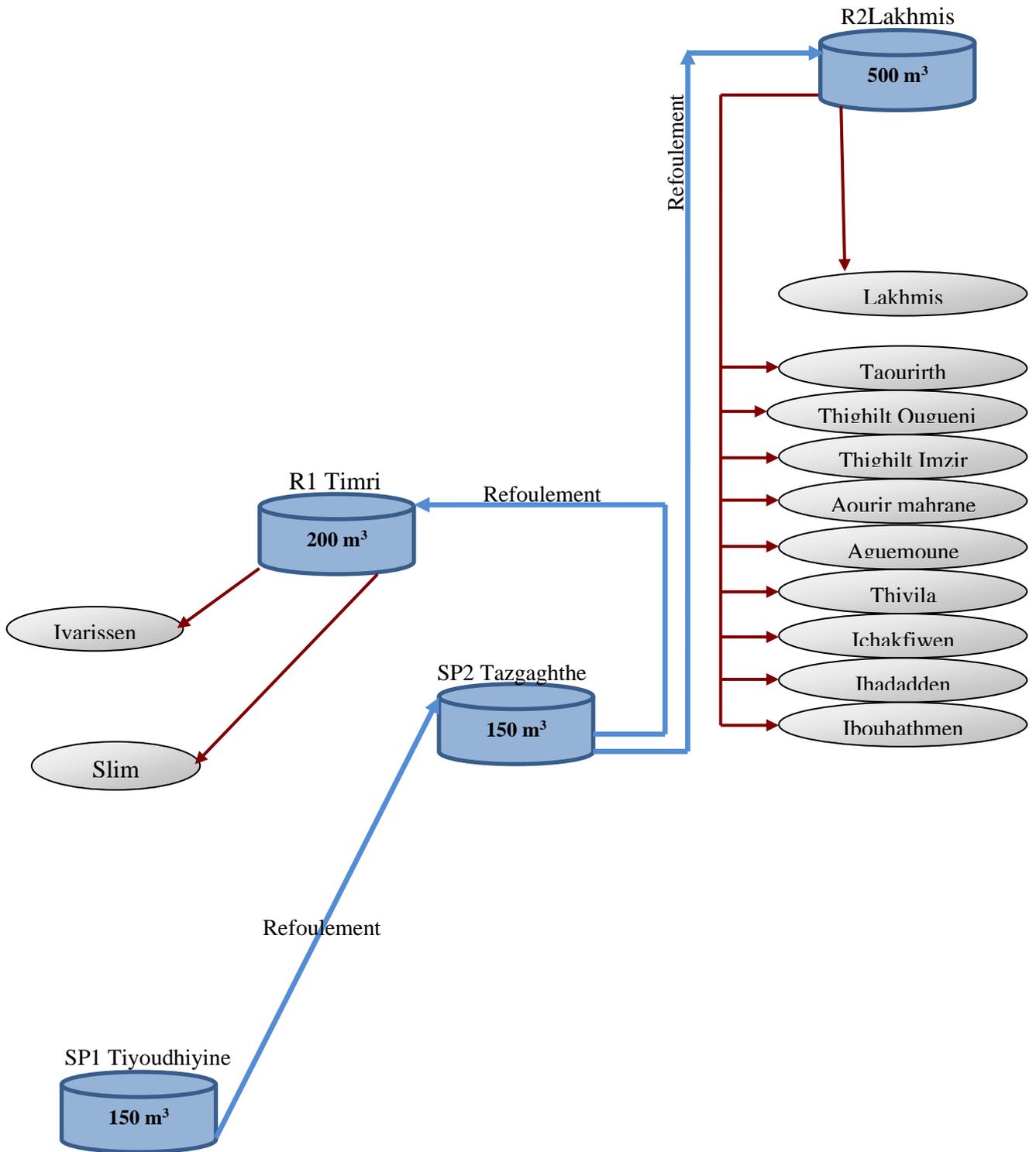


Figure (II-5) : Réseau d'AEP existant des dix-sept villages.

Tableau (II.1): Stations de pompage et ouvrages de stockage

Réservoir	Forme	CTN (m)	CR (m)	CTP (m)	type	Capacité (m ³)	Arrivée d'eau	sortie	
								Adduction	distribution
SP1	Circulaire	766.13	765.23	768.73	Semi enterré	150	Par gravité à partir de la source	Refole vers SP2 de Tazgagthe	/
SP2		909.16	908.16	911.26		150	Par Refoulement à partir de SP1	Refole vers R1 et R2	/
R1		1042.35	1041.35	1044.65		200		/	Ivarissen Slim
R2		1005.41	1004.71	1009.01		500	Par refoulement à partir de SP2	/	Taurirth, Thighiltouguni, thighiltimzir, thivilla, Aourimahrane, Aguemoune Ichakfiwen, Ihadadden, Ibouhathmane

II.5. Les conduites d'adduction

Le tableau (II-2) nous indique les détails des conduites d'adduction :

Tableau (II.2): Conduites d'adduction existantes

Conduite	Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Destination
SP1-SP2	Acier noir	200	1261	Adduction par refoulement vers SP2
SP2-R1	Acier noir	160	484	Adduction par refoulement vers R1
SP2-R2	Acier noir	160	2208	Adduction par refoulement vers R2
Total			3953	/

II.6. Les conduites de distribution

La quasi-totalité des conduites existantes sont en acier galvanisé, elles sont très vétustes. Le tableau (II-3) indique les détails de ces conduites.

Tableau (II.3) : Conduites de distributions existantes.

Tronçon	D (mm)	L (m)	Localisation	Tronçon	D (mm)	L (m)	Localisation
R01-A01	AG 50/60	341	Ibarissen	C12-C14	AG 33/42	178	Lekhmis+ Taourirth
A01-A02	AG 15/21	108		C11-C15	AG 33/42	149	
A01-A03	AG 50/60	397		C15-C16	AG 20/27	96	
A03-A04	AG 40/49	553		C15-C17	AG 33/42	13	
A03-A05	AG 40/49	165		C17-C18	AG 15/21	60	
A03-A06	AG 40/49	139		C17-C19	AG 15/21	83	
A01-A07	AG 50/60	119		C06-D01	AN160	988	Tivila
A07-A08	AG 15/21	69		D01-D02	AG33/42	443	
A07-A09	AG 50/60	59		D02-D03	AG33/42	42	
A09-A10	AG 50/60	106		D03-D04	AG33/42	105	
A09-A11	AG 50/60	291		D01-E01	AN160	1105	
A11-A12	AG 26/34	245		E01-E02	AG50/60	19	
R01-B01	AG 50/60	3329	E02-E03	AG33/42	122		
B01-B02	AG 50/60	135	E03-E04	AG33/42	232		
B02-B03	AG 33/42	51	E03-E05	AG33/42	256		
B03-B01	AG 20/27	241	E01-E06	AN160	563		
B02-B04	AG 50/60	48	E06-E07	AG33/42	348		
B04-B05	AG 15/21	61	E02-F01	AG50/60	1304	Aguemoun	
B04-B06	AG 20/27	115	F01-F02	AG33/42	230		
R02-C01	AN 90	80	Lekhmis+ Taourirth	F01-F03	AG50/60	35	Aguemoun
C01-C02	AG 20/27	86		F03-F04	AG33/42	59	
C01-C03	AN 90	65		F03-F05	AG33/42	179	
C03-C04	AG 15/21	32		E06-G01	AN160	498	
C03-C05	AG 20/27	292	Ibouhathman	G01-G02	AG 33/42	136	
R02-C06	AN 160	716		G02-G03	AG 20/27	101	
C06-C07	AG 40/49	170		G01-G04	AG 102/114	149	
C07-C08	AG 33/42	258		G04-G05	AG 33/42	584	
C07-C09	AG 40/49	120		G05-G06	AG 26/34	69	
C09-C10	AG 33/42	153		G05-G07	AG 26/34	81	
C09-C11	AG 40/49	145		G04-H01	AG 102/114	504	
C11-C12	AG 33/42	39		H01-H02	AG 50/60	576	Ichekfiwen
C12-C13	AG 33/42	61		H02-H03	AG 33/42	556	
				H02-H04	AG 33/42	393	
					H01-I01	AG 50/60	720

Remarque

AG : Acier Galvanisé

AN : Acier Noir

II.7. Classement des conduites de réseau

On a classé le réseau d'AEP existant par type de matériau et diamètre comme l'indique le tableau (II-4). Les figures (II-6), (II-7) nous donnent la répartition du réseau d'adduction et du réseau de distribution.

Tableau (II-4): Classement des conduites existantes par type de matériau et par diamètre.

Type	Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)
Adduction	Acier noir	200	1261
		160	2692
	S/total		3 953
Distribution	Acier galvanisé	15/21	413
		20/27	931
		26/34	395
		33/42	4 587
		40/49	1 292
		50/60	7 479
		102/114	653
		s/total	15 750
	Acier noir	90	145
		160	3870
		s/total	4 015
	S/total		19 765
TOTAL			23 718

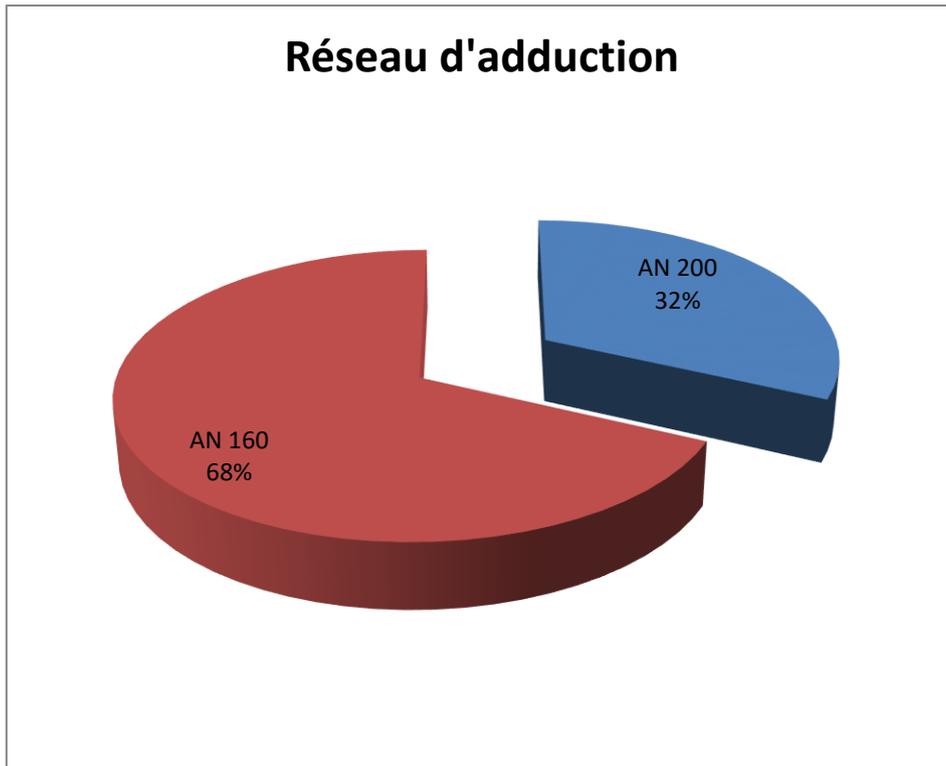


Figure (II-6): Réseau d'adduction existant par type de matériau.

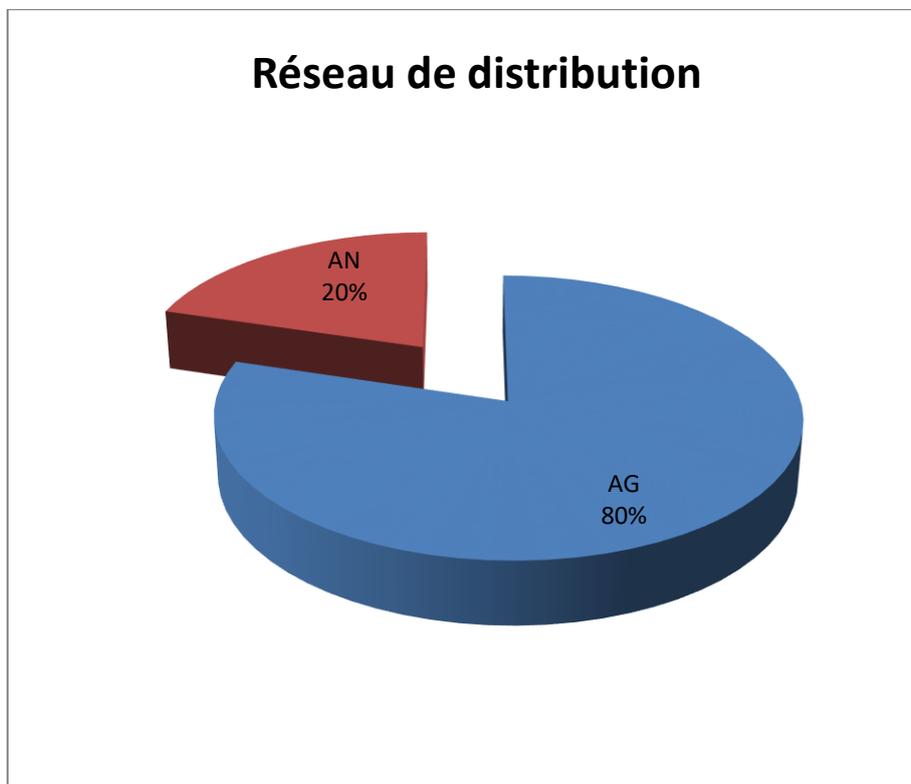


Figure (II-7): Réseau de distribution existant par type de matériau

Remarque

AG : Acier Galvanisé

AN : Acier Noir

II.8. Conclusion

A la fin de ce chapitre nous avons constaté que la situation hydraulique actuelle du réseau d'AEP de la zone d'étude dispose de deux stations de pompage SP1 (Thiyoudiyine) et SP2 (Tazgarth), ces dernières sont équipées d'un réservoir de 150 m³ dont SP1 est alimenté gravitairement à partir de la source qui se situe à 20 m, SP2 est alimenté par refoulement à partir de SP1.

La station de pompage SP2 (Tazgarth) refoulera vers deux réservoirs R1 (Timri) d'une capacité de 200 m³ et R2 (Lekhmis) d'une capacité de 500 m³.

La matière du réseau d'AEP de notre zone d'étude dispose des conduites :

- Adduction (Acier noir) avec un linéaire de **3953 m.**
- Distribution (Acier noir et Acier galvanisé) avec un linéaire de **19765 m.**

Chapitre III

Diagnostic

du réseau

d'AEP

existant

III.1. Introduction

Le diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable de GARET devient un préalable indispensable à la définition des programmes d'action cohérente. Elles permettent d'optimiser la gestion des réseaux et de palier aux éventuelles insuffisances de qualité, de quantité ou de sécurité d'approvisionnement des collectivités de ce dernier. Le diagnostic a pour but de présenter l'état des lieux de service d'alimentation en eau potable et de proposer des solutions techniques appropriées qui répondent aux préoccupations de l'ingénieur. Le but est :

- Garantir à la population actuelle et future des solutions durables pour une alimentation en quantité et en qualité suffisante.
- Optimiser la gestion du service et les nouveaux investissements ou les renouvellements des équipements en place.
- Déceler les anomalies, degré de vétusté ou insuffisances du point de vue dimensionnement des stations de pompes et les ouvrages de stockage.
- Localisation des fuites.
- etc.

III.2. Diagnostic physique

III.2.1. Diagnostic des ouvrages existants

Le système d'AEP est complexe de part son mode de fonctionnement et sa conception. L'alimentation en eau potable est constituée de quatre composantes essentielles qui sont :

- Les ressources en eau ;
- Les ouvrages de stockage ;
- Les adductions (refoulement et gravitaire) ;
- Le réseau de distribution.

Lors de notre visite sur le site on a constaté :

- Plusieurs défaillances sur le réseau d'AEP existant ;
- Il est à signaler aussi que plusieurs localités et habitations souffrent de manque d'eau.

III.2.1.a. La source Tiyoudhiyine

Cette source alimente les villages de GARET. Elle fournit un débit de 3.11 l/s. [1,2]

III.2.1.b. Les forages

Les forages ne pompent pas de débit important pour les exploités,

- **Forages Aguemoune** : d'après les habitants ces forages ne pompent que 2m³/j. Le premier qui se situe à l'entrée à une profondeur de 37m avec une pompe en panne et la profondeur du deuxième est inconnu.
- **Forages Ichakfiwene** : ce forage pompe 500l/j, il a une profondeur de 60m

III.2.1.c. La station de pompage SP1 Tiyoudhiyine

On a relevé plusieurs anomalies :

- Fissuration des parois ;
- Vanne corrodée ;
- Disjoncteur non protégé.

(Voir figure (III-1)).

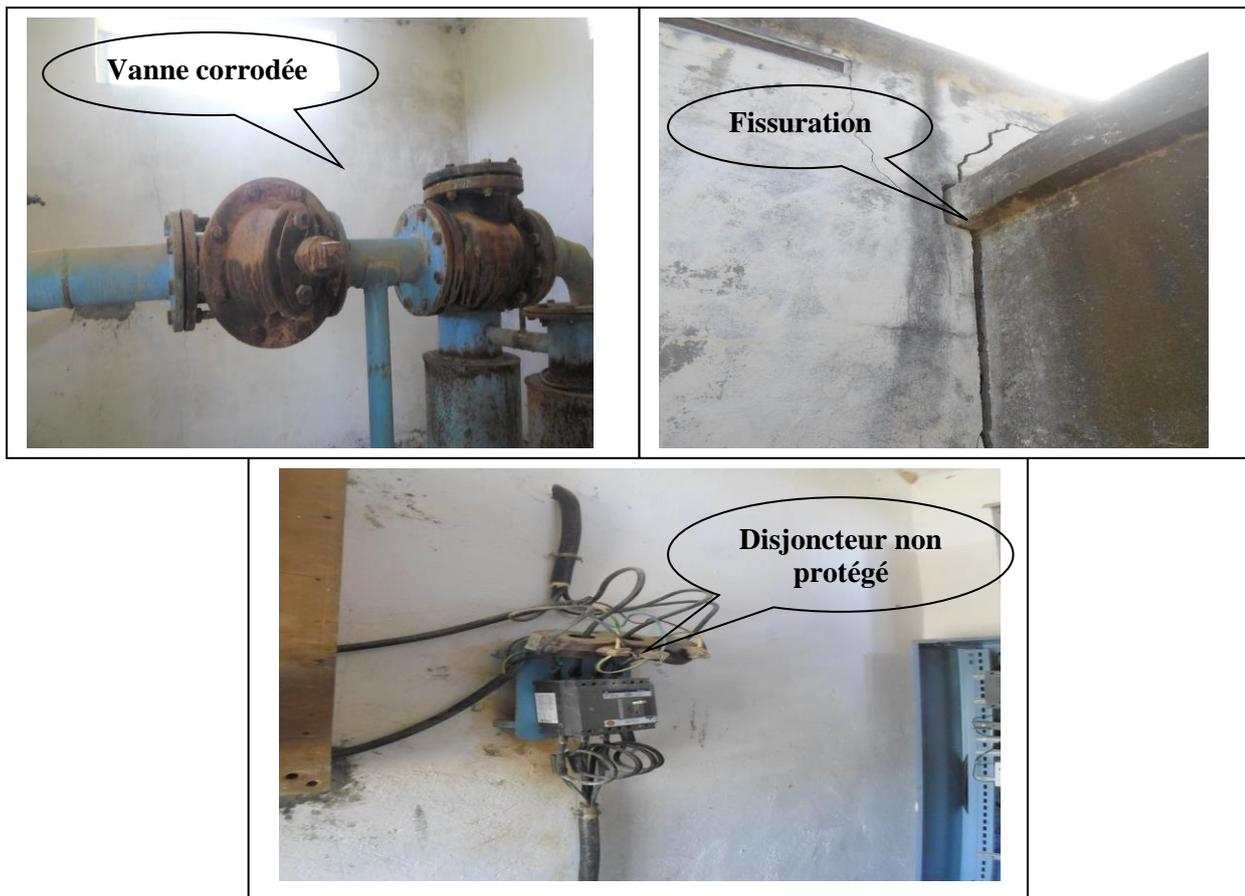


Figure (III-1) : Situation du réservoir et des conduites situant à Tiyoudhiyine.

III.2.1.d. La station de pompage SP2 Tazgarth

On a relevé plusieurs anomalies :

- Vanne corrodée ;
- Etat d'évacuation du trop-plein très vétuste ;
- Disjoncteur non protégé ;
- Fissuration des parois.

La figure (III-2) nous montre l'état des équipements de cette station.

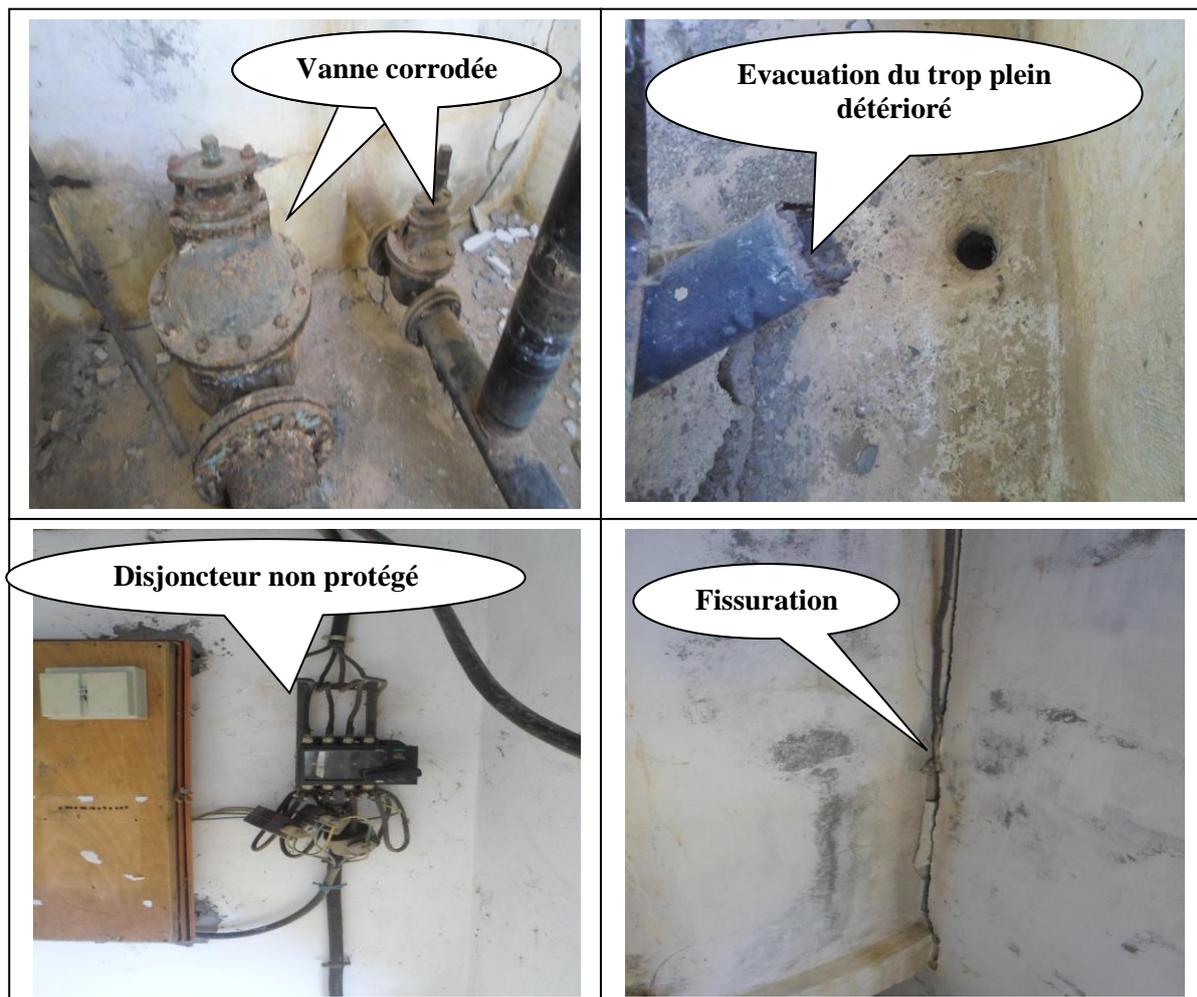


Figure (III-2) : Situation de la station de pompage SP2 de Tazgarth

III.2.1.e. Réservoir R1 de Timri

On a relevé plusieurs anomalies :

- Vanne corrodée et vétuste ;
- Echelle non protégé .



Figure (III-3) : Situation du réservoir R1 de Timri.

III.2.1.f. Réservoir R2 de Lekhmis

On a relevé plusieurs anomalies :

- Les conduites de ce réservoir sont vétustes et corrodées ;
- Détérioration de revêtement étanche de la coupole ;
- Vanne corrodée.

Voir la figure (III-4)

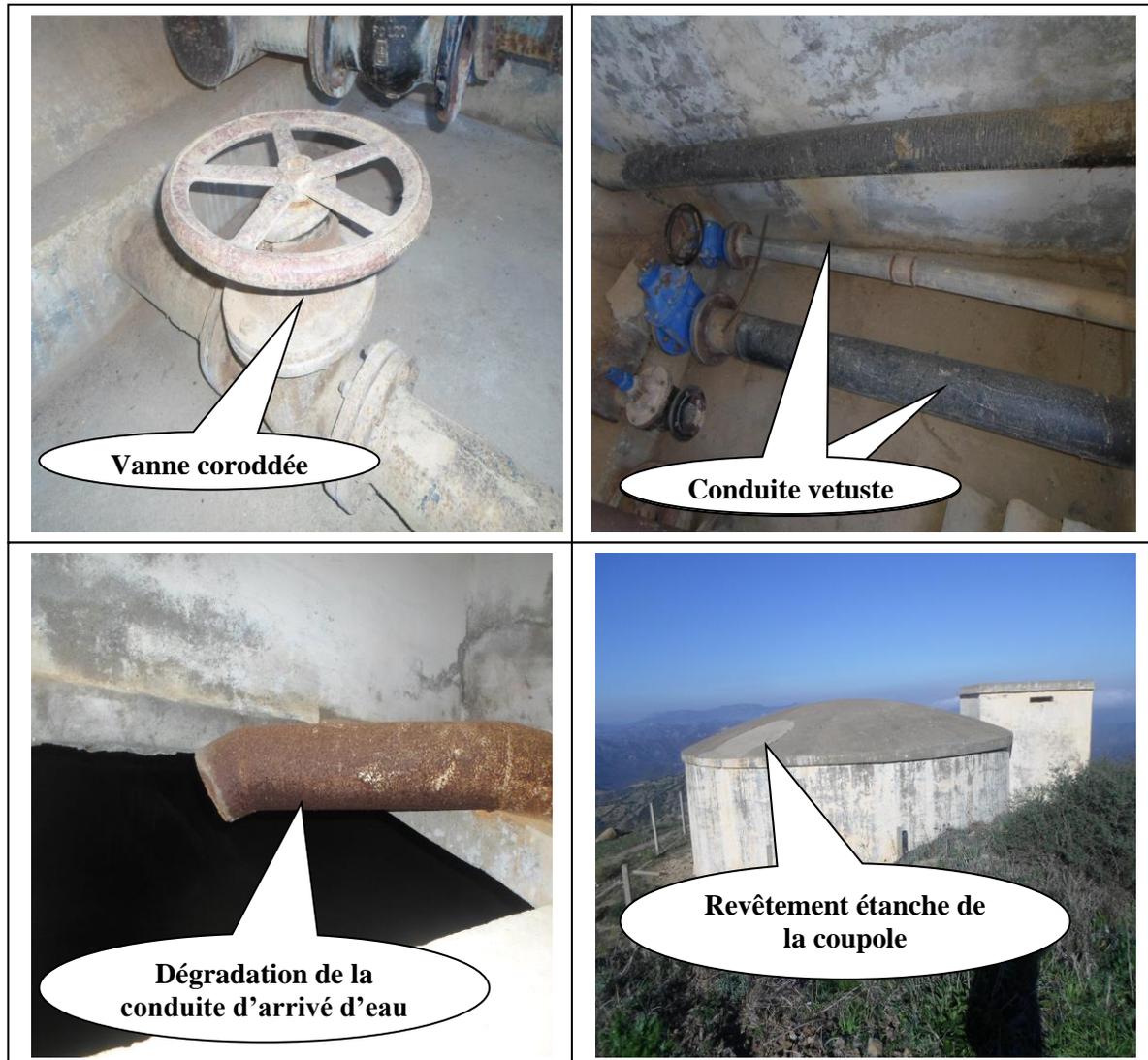


Figure (III-4) : Situation du réservoir R2 de Lekhmis.

III.2.2. Diagnostic des conduites

En ce qui concerne les conduites, on a constaté :

- Des conduites sans protection ;
- Risque de contamination avec les eaux pluviales et éventuellement les eaux usées ;
- Absence de regard de vanne d'AEP ;
- Le réseau d'AEP est très vétuste ;
- Branchement anarchique ;
- L'inexistence des compteurs d'eau.

III.2.3. Recommandations

Nous recommandons :

- Pour les ouvrages de stockages
 - Aménagement intérieur des ouvrages ;
 - Faire une couche de peinture sur les parois des ouvrages ;
 - Réhabilitation et mettre en place l'échelle d'accès ;
 - Remplacer les vannes et les conduites détériorées et corrodées.
- Pour les conduites
 - Remplacer les conduites en acier noir par la fonte ductile et en acier galvanisé par du PEHD pour éviter l'obturation de ces conduites ;
 - Eviter les branchements anarchiques ;
 - Mettre en place les regards de vannes ;
 - Pour mieux gérer le réseau, il faut installer des compteurs d'eau.

III.3. Diagnostic hydraulique

III.3.1. Estimation des besoins en eau

L'évolution démographique et l'amélioration du niveau de vie de la population fait augmenter les besoins en eau. Pour cela il faut procéder au recensement de tous les types de consommations existants au niveau de l'agglomération. L'objectif principal à atteindre dans cette partie est de satisfaire la demande en eau.

- **La norme de consommation domestique :**

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

Tableau (III.1) : 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 choisit une dotation de 200 l/hab/j. [3,4]

III.3.2. Evaluation des débits de la consommation en eau par catégorie

Le dimensionnement du réseau projeté est estimé sur la base de la consommation en eau actuelle et future.

III.3.2.a. Evaluation des besoins en eau domestique

La consommation moyenne journalière est déterminée par la formule suivante :

$$Q_{dom} = \sum(q_i \times N_i / 1000) \text{ (m}^3/\text{j)} \quad (III.1)$$

Avec :

q_i : La dotation moyenne journalière (200 l/hab/j)

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

Les besoins en eau domestique des villages sont estimés dans le tableau (III.2) :

Tableau (III.2): Evaluation des Besoins en eau domestiques

Nombre d'habitants total	Dotation (l/hab/j)	Besoins en eau domestiques (m ³ /j)
6398	200	1279,6

III.3.2.b. Evaluation des besoins en eau administratifs

Les besoins administratifs sont composés des consommations des équipements tels que la mairie et la poste.

Ces besoins sont donnés dans le tableau (III.3) :

Tableau (III.3):Evaluation des Besoins en eau administratifs

Désignation	Localité	Nombre d'usagers	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Annexe Mairie	Thaourirt	6	10	0,06
Annexe Poste		5	10	0,05
Total				0,11

III.3.2.c. Evaluation des besoins en eau scolaires

Concernant les besoins en équipements scolaires, la zone d'étude est composée de deux écoles primaires.

Leurs consommations sont données dans le tableau (III.4) :

Tableau(III.4):Evaluation des besoins en eau scolaires

Désignation	Localité	Nombre d'usagers	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Ecole primaire	thighilt ougueni	100	20	2
Ecole primaire	Lekhmis	100	20	2
Total				4

III.3.2.d. Evaluation des besoins en eau sanitaires

La zone d'étude comprend deux Centres santé dont les besoins sont estimés dans le tableau (III.5) suivant :

Tableau (III.5):Evaluation des Besoins en eau sanitaires

Désignation	Localité	Nombre d'usagers	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Centre Santé	thighilt ougueni	7	20	0,14
Ancien Centre Santé		6	20	0,12
Total				0,26

III.3.2.e. Evaluation des besoins en eau socio-culturels

Les besoins socio-culturels sont évalués sur la base de la consommation journalière des mosquées existantes dans les villages. Ces besoins sont illustrés dans le tableau (III.6) :

Tableau (III.6): Evaluation des Besoins en eau socio-culturels

Village	Nombre de Mosquées	Nombre de fidèles	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Ivarissen	1	50	15	0,75
Slim	1	50	15	0,75
Thaourirt	2	100	15	1,5
thighilt ougueni	1	50	15	0,75
thighilt imzir	1	50	15	0,75
Aguemoun	1	50	15	0,75
Ibouhathmen	1	50	15	0,75
Ichakfiwen	1	50	15	0,75
Ait Sidi Ahmed	1	50	15	0,75
Ait yousef	1	50	15	0,75
Ait Smail	1	50	15	0,75
Total	12	600		9

III.3.2.f. Evaluation des besoins en eau commerciaux

S'agissant d'une zone de type rurale où il n'y a aucune industrie, les besoins des équipements comprennent seulement des commerces, voir tableau (III.7) :

Tableau (III.7): Evaluation des besoins en eau commerciaux

Désignation	Localité	Nombre	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Alimentation générale	Ivarissen	1	20	0,02
	Thaourirt	2	20	0,04
	thighilt imzir	1	20	0,02
Cafétéria	Ivarissen	1	500	0,5
	Thaourirt	1	500	0,5
	thighilt imzir	1	500	0,5
Soudeur	Ivarissen	1	100	0,1
Total				1,68

III.3.2.g. Evaluation des besoins en eau de cheptel

Le cheptel de la zone d'étude contient quelques têtes de bovins, d'ovins et de caprins ainsi que quelques poulaillers. Leurs besoins en eau sont évalués dans le tableau suivant :

Tableau (III.8): Evaluation des Besoins en eau de cheptels

Village	Ovin	Dotation (l/j)	Bovin	Dotation (l/j)	Caprin	Dotation (l/j)	Volaille	Dotation (l/j)	Besoins (m ³ /j)
Ivarissen	100	10	25	50	50	10	1000	1	3,75
Slim	100	10	25	50	50	10	1000	1	3,75
Thaourirt	200	10	50	50	100	10	1000	1	6,5
thighilt ougueni + thivila+ Lekhmis	100	10	25	50	50	10	500	1	3,25
thighilt imzir	200	10	50	50	100	10	1000	1	6,5
Aguemoun	200	10	50	50	100	10	1000	1	6,5
Ibouhathmen	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Ihaddadene	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Ait Sidi Ahmed	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Ait yousef	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Akham Lghers+Tizi Ougdhal	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Ait Smail	100	10	25	50	100	10	500	1	3,75
Total	1500		375		1050		8500		52,75

III.3.2.h. Evaluation du débit de la zone d'extension

En accord avec l'APC et les services des ressources en eau d'EL-KSEUR, on a estimé le nombre de maison des zones d'extension à quatre-vingt-quatre (84) maisons avec un nombre d'habitants de 7 habitants par maison.

L'estimation du débit moyen de la zone extensible est donnée dans le tableau suivant [1,2] :

Tableau (III.9): Evaluation des Besoins en eau de la zone extensible

Nombre de maisons	Nombre d'habitants par maison	Nombre d'habitants total	Dotation (l/hab/j)	Besoin (m ³ /j)
84	7	588	200	117.74

III.3.2.i. Evaluation des besoins totaux des équipements pour divers horizons

Les résultats sont indiqués dans le tableau (III.10) suivant :

Tableau (III.10): Evaluation des besoins totaux des équipements pour divers horizons.

Villages	Besoins des infrastructures (m ³ /j)						Besoins à divers horizons (m ³ /j)
	Socio-culturels	Scolaires	Sanitaires	Administratifs	Commerciaux	Cheptels	2019
Ivarissen	0,75	-	-	-	0,62	3,75	5,12
Slim	0,75	-	-	-	-	3,75	4,50
Lekhmis	-	2,00	-	-	-	-	2,00
Thaourirt	1,50	-	-	0,11	0,54	6,50	8,65
thighilt ougueni	0,75	2,00	0,26	-	-	2,60	5,61
Thivila	-	-	-	-	-	0,65	0,65
thighilt imzir	0,75	-	-	-	0,52	6,50	7,77
Aguemoun	0,75	-	-	-	-	6,50	7,25
Ibouhathmen	0,75	-	-	-	-	3,75	4,50
Ihaddadene	-	-	-	-	-	3,75	3,75
Ichakfiwen	0,75	-	-	-	-	-	0,75
Ait Sidi Ahmed	0,75	-	-	-	-	3,75	4,50
Ait yousef	0,75	-	-	-	-	3,75	4,50
Tizi Ougdhal	-	-	-	-	-	3,75	3,75
Ait Smail	0,75	-	-	-	-	3,75	4,50
Total	9,00	4,00	0,26	0,11	1,68	52,75	67,80

III.3.3. Calcul du débit moyen journalier pour divers horizons

Le débit moyen journalier pour divers horizons est la somme des besoins domestiques et des besoins d'équipements administratifs, scolaires, sanitaires, socio-culturels, sportif, commerciaux et cheptel. Il est calculé selon la formule suivante :

$$Q_{moy} = Q_{dom} + Q_{équi} \quad (III.2)$$

Les résultats sont indiqués dans le tableau (III.12) suivant :

Tableau (III.11): Evaluation du débit moyen journalier pour divers horizons.

	2019		2024		2034		2044	
	m ³ /j	l/s						
Besoins en eau domestiques	867,60	10,04	954,40	11,05	1154,80	13,37	1397,34	16,18
Besoins totaux des équipements	67,80	0,78	67,80	0,78	67,80	0,78	67,80	0,78
Débit moyen journalier	935,40	10,82	1022,20	11,83	1222,60	14,15	1465,14	16,96

III.3.4. Calcul du débit majoré journalier

Pour compenser les fuites au niveau du réseau de distribution qui sont en fonction du type de conduite, la nature du terrain et la qualité d'entretien. Afin d'éviter toute insuffisance dans la consommation journalière, on effectue une majoration de 20%, tel que :

$$Q_{maj,j} = Q_{moy,j} + Q_{fuites}$$

$$Q_{fuites} = Q_{moy,j} \times 20/100$$

$$Q_{maj,j} = 1.2 \times Q_{moy,j} \quad (III.3)$$

Le débit majoré journalier pour divers horizons est indiqué dans le tableau (III.12) :

Tableau (III.12): Evaluation du débit majoré journalier pour divers horizons.

Horizon	2019		2024		2034		2044	
	m ³ /j	l/s						
Q_{moy}	935,40	10,82	1022,20	11,83	1222,60	14,15	1465,14	16,96
Majoration	20 %							
Q_{maj}	1122,48	12,98	1226,64	14,20	1467,12	16,98	1758,17	20,35

III.3.5. Calcul du débit maximal journalier

La consommation d'eau quotidienne, n'est pas constante, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Pour tenir compte de cette variation, on doit considérer le coefficient dit : « coefficient d'irrégularité journalière $K_{max,j}$ » définis comme suit :

$$K_{max,j} = \frac{\text{consommation journalière maximale}}{\text{consommation moyenne journalière}} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}}$$

Donc la consommation maximale journalière est :

$$Q_{max.j} = K_{max.j} \times Q_{moy.j} \quad (III.4)$$

Avec :

$Q_{max.j}$: Débit maximal du jour le plus chargé de l'année.

$K_{max.j}$: Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de la ville, sa valeur est comprise entre : 1,1 et 1,3.

On prend $K_{max.j} = 1.2$ d'où

$$Q_{max.j} = 1.2 \times Q_{maj.j}$$

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau (III.13)

Tableau (III.13): Evaluation du débit maximal journalier pour divers horizons.

Horizon	2019		2024		2034		2044	
	m ³ /j	l/s						
Qmaj	1122,48	12,98	1226,64	14,20	1467,12	16,98	1758,17	20,35
Kmax.j	1.2							
Qmaxj	1346,98	15,58	1471,97	17,04	1760,54	20,38	2109,80	24,42

III.4. Bilan hydrique

Le bilan hydrique est une confrontation entre les ressources (3.11 l/s) et les besoins en eau.

Les résultats sont donnés dans le tableau (III.14) suivant :

Tableau (III.14) : Bilan Ressources-Besoins pour divers horizons

Horizon	2019	2024	2034	2044
Ressources (l/s)	3,11	3,11	3,11	3,11
Besoins (l/s)	15,58	17,04	20,38	24,42
Bilan (l/s)	-12,47	-13,93	-17,27	-21,31

A partir de cette confrontation on peut constater que la source n'arrivera pas à satisfaire les besoins des villages sur tous les horizons.

III.5. Vérification des capacités des ouvrages de stockage existants

III.5.1. Variation de la consommation horaire

Suivant les heures de la journée, le débit est soumis à des variations horaires. Ces variations sont caractérisées par le coefficient $K_{max,h}$, dit coefficient de variation horaire maximal défini par la formule :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad (III.5)$$

Avec :

α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et de confort, il varie entre 1,2 et 1,4. Notre zone d'étude est rural, c'est pourquoi on prend $\alpha_{max} = 1,3$

β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d'habitants et sera déterminé par interpolation à l'aide du tableau (III.15) :

Tableau (III.15): Valeurs du coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitant

habitant x10 ³	<1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	20,0	30,0	100	300	>10 ³
β_{max}	2,00	1,80	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,15	1,10	1,03	1,00

Les valeurs de $K_{max,h}$ à l'horizon 2043 sont indiquées dans le tableau (III.16) suivant :

Tableau (III.16): Valeurs du coefficient $K_{max,h}$

Versant	Nombre d'habitants (2044)	α_{max}	β_{max}	$K_{max,h}$	$K_{max,h}$ choisis
Versant 01 (Ibarissen et Slim)	1057	1,3	1,99	2,59	2,50
Versant 02 (Lekhmis, Taourirt, Tivila, Tighilt ougueni, Tighilt imzir, Aguemoune, Aourir Mahrane, Ibouhatmen, Ihedaden, Ichekfiwen)	4284	1,3	1,49	1,94	2,00
Versant 03 (Ait yousef, Ait Sidi Ahmed, Ait Smail, Akham Lghers, Tizi Ougdhal)	1645	1,3	1,78	2,31	2,50

III.5.2. Estimation du volume utile (VU) à long terme du versant (01)

Le versant 01 est composé des deux villages suivants : Ibarissen et Slim

Tableau (III.17) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme

Heure	Kmax.h 2,5	Qmax.j (m ³ /j)	Distribution (m ³ /h)	Refoulemen t vers le versant (02) (m ³ /h)	Total (m ³ /h)	Apport (m ³ /h)	Surp/ Déficit (m ³ /h)	Résidu (m ³ /h)
0-1	0,6	316,51	1,90	89,66	91,56	105,49	13,93	13,93
1-2	0,6	316,51	1,90	89,66	91,56	105,49	13,93	27,85
2-3	1,2	316,51	3,80	89,66	93,46	105,49	12,03	39,88
3-4	2	316,51	6,33	89,66	95,99	105,49	9,50	49,38
4-5	3,5	316,51	11,08	89,66	100,74	105,49	4,75	54,12
5-6	3,5	316,51	11,08	89,66	100,74	105,49	4,75	58,87
6-7	4,5	316,51	14,24	89,66	103,91	105,49	1,58	60,45
7-8	10,2	316,51	32,28	89,66	121,95	105,49	-16,46	44,00
8-9	8,8	316,51	27,85	89,66	117,52	105,49	-12,03	31,97
9-10	6,5	316,51	20,57	89,66	110,24	105,49	-4,75	27,22
10-11	4,1	316,51	12,98	89,66	102,64	105,49	2,85	30,07
11-12	4,1	316,51	12,98	89,66	102,64	105,49	2,85	32,92
12-13	3,5	316,51	11,08	89,66	100,74	105,49	4,75	37,66
13-14	3,5	316,51	11,08	89,66	100,74	105,49	4,75	42,41
14-15	4,7	316,51	14,88	89,66	104,54	105,49	0,95	43,36
15-16	6,2	316,51	19,62	89,66	109,29	105,49	-3,80	39,56
16-17	10,4	316,51	32,92	89,66	122,58	105,49	-17,09	22,47
17-18	9,4	316,51	29,75	89,66	119,42	105,49	-13,93	8,55
18-19	7,3	316,51	23,11	0,00	23,11	0,00	-23,11	-14,56
19-20	1,6	316,51	5,06	0,00	5,06	0,00	-5,06	-19,62
20-21	1,6	316,51	5,06	0,00	5,06	0,00	-5,06	-24,69
21-22	1	316,51	3,17	0,00	3,17	0,00	-3,17	-27,85
22-23	0,6	316,51	1,90	89,66	91,56	105,49	13,93	-13,93
23-24	0,6	316,51	1,90	89,66	91,56	105,49	13,93	0,00
Total	100		316,51	1793,29	2109,80	2109,80	0,00	88,31
Volume utile (m ³)								88,31
Volume incendie (m ³)								120
Volume total (m ³)								208,31
Volume existant (m ³)								350
Volume manquant (m ³)								0,00

On peut constater d'après les résultats trouvés dans le tableau (III.17) que le volume existant (350 m³) est supérieur au volume total de consommation à long terme qui est de (208,31m³).

III.5.3. Estimation du volume utile (VU) à long terme du versant (02)

Le versant 02 est composé des villages suivants : Lekhmis, Taourirt, Tivila, Tighilt imzir, Tighilt ougueni, Aguemoune, Aourir Mahrane, Ibouhatmen, Ihedaden, Ichekfiwen

Tableau (III.18) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme

Heure	Kmax.h 2	Qmax.j (m ³ /j)	Distribution (m ³ /h)	Adduction gravitaire vers le versant (03) (m ³ /h)	Total (m ³ /h)	Apport (m ³ /h)	Surp/ Déficit (m ³ /h)	Résidu (m ³ /h)
0-1	0,75	1289,84	9,67	20,98	30,65	89,66	59,01	59,01
1-2	0,75	1289,84	9,67	20,98	30,65	89,66	59,01	118,03
2-3	1	1289,84	12,90	20,98	33,88	89,66	55,79	173,82
3-4	1	1289,84	12,90	20,98	33,88	89,66	55,79	229,61
4-5	3	1289,84	38,70	20,98	59,67	89,66	29,99	259,60
5-6	5,5	1289,84	70,94	20,98	91,92	89,66	-2,25	257,34
6-7	5,5	1289,84	70,94	20,98	91,92	89,66	-2,25	255,09
7-8	5,5	1289,84	70,94	20,98	91,92	89,66	-2,25	252,84
8-9	3,5	1289,84	45,14	20,98	66,12	89,66	23,54	276,38
9-10	3,5	1289,84	45,14	20,98	66,12	89,66	23,54	299,92
10-11	6	1289,84	77,39	20,98	98,37	89,66	-8,70	291,22
11-12	8,5	1289,84	109,64	20,98	130,61	89,66	-40,95	250,27
12-13	8,5	1289,84	109,64	20,98	130,61	89,66	-40,95	209,32
13-14	6	1289,84	77,39	20,98	98,37	89,66	-8,70	200,62
14-15	5	1289,84	64,49	20,98	85,47	89,66	4,20	204,81
15-16	5	1289,84	64,49	20,98	85,47	89,66	4,20	209,01
16-17	3,5	1289,84	45,14	20,98	66,12	89,66	23,54	232,55
17-18	3,5	1289,84	45,14	20,98	66,12	89,66	23,54	256,09
18-19	6	1289,84	77,39	20,98	98,37	0,00	-98,37	157,73
19-20	6	1289,84	77,39	20,98	98,37	0,00	-98,37	59,36
20-21	6	1289,84	77,39	20,98	98,37	0,00	-98,37	-39,01
21-22	3	1289,84	38,70	20,98	59,67	0,00	-59,67	-98,68
22-23	2	1289,84	25,80	20,98	46,77	89,66	42,89	-55,79
23-24	1	1289,84	12,90	20,98	33,88	89,66	55,79	0,00
Total	100		1289,84	503,45	1793,29	1793,29	503,45	398,60
Volume utile (m ³)								398,60
Volume incendie (m ³)								120
Volume total (m ³)								518,60
Volume existant (m ³)								500
Volume manquant (m ³)								18,60

On peut constater d'après les résultats du tableau (III.18) que le volume existant (500 m³) et presque égal au volume total de consommation à long terme qui est de (518,60 m³).

III.5.4. Estimation du volume utile (VU) à long terme du versant (03)

Le versant 03 est composé des villages suivants : Ait yousef, Ait Sidi Ahmed, Ait Smail, Akham Lghers, Tizi Ougdhal.

Tableau (III.19) : Calcul du volume utile à la consommation à long terme

Heure	Kmax.h 2,5	Qmax.j (m ³ /j)	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³ /h)	Déficit (m ³ /h)	Résidu (m ³ /h)
0-1	0,6	503,45	3,02	25,17	22,15	22,15
1-2	0,6	503,45	3,02	25,17	22,15	44,30
2-3	1,2	503,45	6,04	25,17	19,13	63,43
3-4	2	503,45	10,07	25,17	15,10	78,54
4-5	3,5	503,45	17,62	25,17	7,55	86,09
5-6	3,5	503,45	17,62	25,17	7,55	93,64
6-7	4,5	503,45	22,66	25,17	2,52	96,16
7-8	10,2	503,45	51,35	25,17	-26,18	69,98
8-9	8,8	503,45	44,30	25,17	-19,13	50,85
9-10	6,5	503,45	32,72	25,17	-7,55	43,30
10-11	4,1	503,45	20,64	25,17	4,53	47,83
11-12	4,1	503,45	20,64	25,17	4,53	52,36
12-13	3,5	503,45	17,62	25,17	7,55	59,91
13-14	3,5	503,45	17,62	25,17	7,55	67,46
14-15	4,7	503,45	23,66	25,17	1,51	68,97
15-16	6,2	503,45	31,21	25,17	-6,04	62,93
16-17	10,4	503,45	52,36	25,17	-27,19	35,74
17-18	9,4	503,45	47,32	25,17	-22,15	13,59
18-19	7,3	503,45	36,75	0,00	-36,75	-23,16
19-20	1,6	503,45	8,06	0,00	-8,06	-31,21
20-21	1,6	503,45	8,06	0,00	-8,06	-39,27
21-22	1	503,45	5,03	0,00	-5,03	-44,30
22-23	0,6	503,45	3,02	25,17	22,15	-22,15
23-24	0,6	503,45	3,02	25,17	22,15	0,00
Total	100		503,45	503,45	0,00	140,46
Volume utile (m ³)						140,46
Volume incendie (m ³)						120
Volume total (m ³)						260,46
Volume existant (m ³)						0,00
Volume manquant (m ³)						300

Le volume standard a projeté pour le versant (03) et de **300 m³** .

III.6. Recommandations hydraulique

Nous recommandons l'exécution des travaux suivants :

- renforcement des capacités de stockage en réalisant des nouveaux réservoir ;
- exploiter des nouvelles ressources en eau potable.

III.7. Conclusion

Un diagnostic physique et hydraulique a été établi concernant le réseau d'AEP existant. Plusieurs anomalies ont été soulevées. Pour cela on a recommandé les solutions nécessaires afin d'assuré le bon fonctionnement du réseau. Aussi il est nécessaire de renforcer ses capacités de stockage d'exploiter une nouvelle ressource et dimensionner un nouveau réseau pour satisfaire les besoins à long terme.

Chapitre IV
Adduction

IV.1. Introduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites jusqu'au réservoir, en fonction du relief de la zone.

On distingue deux types d'adduction, à savoir [4] :

- **Adduction par refoulement**

Le système d'adduction par refoulement emploie un système de pompage pour créer une pression dans le réseau. Le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation.

- **Adduction gravitaire**

Le système d'adduction gravitaire est fait intervenir qu'un seul travail qui est la pesanteur. En effet, l'écoulement des eaux dans les conduites dépend de la pente. Le lieu de captage se situe donc à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte.

IV.2. Etude et conception du réseau d'adduction à divers horizons

Dans ce chapitre nous allons concevoir notre réseau d'AEP à savoir :

- Le choix du tracé ;
- Le dimensionnement des ouvrages de stockage ;
- Le dimensionnement des conduites d'adduction (gravitaire et refoulement) et conduite de distribution;
- Le choix des pompes pour les stations de pompage.

IV.2.1. Choix du tracé

Le tracé de la conduite est choisi selon certains facteurs d'ordre technique et économique, il exige les conditions suivantes [5] :

- Le profil doit être le plus régulier et le plus court possible (sur-profondeur et sous-profondeur sont parfois inévitables) afin de réduire les frais d'investissement.
- Le profil sera étudié pour que l'air puisse être évacué facilement, car le cantonnement d'air engendre la rupture de la veine liquide.
- Pour les conduites de longueurs importantes (plusieurs kilomètres), il sera bon de prévoir quelques vannes de sectionnements en vue de faciliter les réparations éventuelles.

- Les contres pentes qui peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus au moins difficiles à évacuer, sont à éviter.
- Il y a lieu de concevoir un tracé en plan, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes. A cet effet, le parcours empreint ne suivra pas facilement les accotements de la route.

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

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

En conclusion, on essayera de suivre le tracé déjà existant et les nouveaux tracés projetés dépendront des conditions d'ordre technique et économique.

IV.2.2. Description du schéma d'adduction du réseau projeté

Dans notre cas, l'acheminement des conduites d'adductions se fera comme suit :

L'eau de source s'écoule par gravité vers (SP1) de Tiyoudhiyine qui refoulera vers (SP2) Tazgarth qui a son tour refoulera vers le réservoir (R1) de Timri et (R2) Lekhmis. Le réservoir (R2) alimentera par gravité les réservoirs (R3) de Tighilt Ougheni et (R4) d'Aourir Mahrane et la station de pompage (SP3) d'Ait youssef. Cette dernière refoulera vers le réservoir (R5) d'Ait smail et (R6) Akham lghers. (Voir la figure *(IV.1)*)

IV.3. Les ouvrages de stockage (Réservoirs)

Le réservoir est un ouvrage de stockage hydraulique de grande importance dans un réseau d'alimentation en eau potable, aménagé pour contenir de l'eau, soit potable destinée à la consommation publique, soit pour l'usage industriel et il permet d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation inférieure à la production, donc le réservoir est indispensable pour pouvoir restituée l'eau dans les heures de pointe.

IV.3.1. Choix de type des réservoirs

Etant donné que le relief accidenté de la zone d'étude, notre choix se porte sur les réservoirs semi enterré circulaire pour les avantages suivants :

- Etude architecturale simplifiée ;
- Conservation de l'eau à une température constante ;
- Economie sur les frais de construction ;
- Etanchéité plus facile à réaliser.

IV.3.2. Dimensionnement des ouvrages de stockage

Pour estimer la capacité d'un réservoir on tient compte des variations du 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).

La distribution du débit journalier sur les heures est déterminée par la connaissance du coefficient de variation horaire ($K_{\max,h}$). Le débit de pompage est reparti sur 20 h, on détermine alors la différence entre l'apport et la distribution pour chaque heure de la journée, par la suite on aura un déficit ou bien un surplus, ainsi on déterminera le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La somme de la valeur maximale positive et la valeur minimale négative trouvée sera le volume utile à la consommation (V_u). Le volume total du réservoir est déterminé par la formule ci- dessous :

$$V_t = V_u + V_{incendie} \quad (IV.1)$$

Avec,

V_t : Volume total du réservoir.

V_u : Volume utile à la consommation.

V incendie : Volume d'incendie (**120 m³**)

Ou :

$$V_U = |\Delta V^+| + |\Delta V^-| \quad (\text{IV.2})$$

Le volume de réservoir projeté V_p sera la différence entre le volume total V_t et le volume de réservoir existant V_{exist} :

$$V_p = V_t - V_{\text{exist}}$$

- **Le diamètre du réservoir**

La hauteur d'un réservoir varie généralement entre 4 et 5 m. On prendra $H = 4$ m.

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

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

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

IV.3.2.a. Estimation des débits max journaliers et du nombre d'habitants par réservoir

Pour pouvoir estimé le $Q_{\text{max},j}$ et le nombre d'habitants de chaque réservoir on a commencé par délimité les zones d'influence de chaque réservoir en faisons du tracé des conduites de distribution. Ensuite on a compté le nombre de maison et les différent équipements dans chaque zone d'influence. Par la suite on a procédé au calcul et l'estimation des besoins de chaque zones.

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

Tableau (IV.1) : Estimation du débit max journalier et nombre d'habitants par réservoir

Réservoir	R1	SP2	R2	R3	R4	SP3	R6	R5	TOTAL
Réseau	A	B	C, D, I	E	F, G, H	J, K	L	M	-
Villages	Ibarissen	Slim	Lekhemis, Taourirt, Ichekfiwen	Tighilt ougueni, Tivila	Aguemoune, Tighilt Imezir, Aourir Mahrane, Ibouhatmen, Ihedaden	Ait yousef, Ait Sidi Ahmed	Akham Lghers, Tizi Ougdhal.	Ait Smail	
Qmax-j/R (m³/j)	179.13	137.38	500.04	173.37	616.43	210.25	109.44	183.75	2109.80
nbr maison par réservoir	83.00	68.00	240.00	89.00	283.00	94.00	55.00	86.00	998.00
population par réservoir	581	476	1680	623	1981	658	385	602	6986.00
α_{max}	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	-
β_{max}	2.00	2.00	1.77	2.00	1.71	2.00	2.00	2.00	-
Kmax.h	2.60	2.60	2.30	2.60	2.22	2.60	2.60	2.60	-
Kmax.h choisi	2.50	2.50	2.50	2.50	2.00	2.50	2.50	2.50	-

Les détails des réservoirs et stations de pompage sont regroupés dans le tableau (IV.2) suivant :

Tableau (IV.2): Stations de pompage et ouvrages de stockage du réseau projeté

Réservoir	CTN (m)	CR (m)	CTP (m)	Arrivée d'eau	Réseau	Sortie	
						Adduction	Distribution
TIYODHIYINE (SP1)	766.13	765.23	768.73	Par gravité à partir de la source	/	Refoulement vers SP2	/
TAZGAGHTHE (SP2)	909.16	908.16	911.26	Refoulement à partir de SP1	B	Refoule vers R1 et R2	Slim
TIMRI (R1)	1042.35	1041.35	1044.65	Refoulement à partir de SP2	A	/	Ibarissen
LEKHMIS (R2)	1005.41	1004.71	1009.01	Refoulement à partir de SP2	C, D, J	Gravitaire vers R3, R4, SP3	Lekhmis, Taourirth, Ichakfiwen
T. OUGUEI (R3)	920.26	919.26	923.26	Gravitaire à partir de R2	E	/	Thighilt-ougueni, tivila
A. MAHRANE (R4)	922.48	921.48	925.48	Gravitaire à partir de R2	F, G, H, I	/	thighilt-imzir, Aguemoune, Aourir-mahrane, Ihadadden, Ibouathmane
ATH YOUSSEF (SP3)	897.27	896.27	900.27	Gravitaire à partir de R2	K, M	Refoulement vers R3	Ath Youssef, Ath Sidi Ahmed,
ATH SMAIL (R5)	1010.44	1009.44	1013.44	Refoulement à partir de SP3	N	/	Ath Smail
AKHAM LGHERS (R6)	821.56	819.56	823.56	Gravitaire à partir de SP3	L	/	Akham Lghers, Tizi Ougdhal

IV.3.2.b. Dimensionnement de la station de pompage SP1 de TIYLOUDHIYINE

Les stations de reprise jouent le rôle de transit. Leur dimensionnement sera déterminé d'après le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge.

Le temps de stockage est d'un quart d'heure (1/4 heure).

$$V_{SR} = Q_{max,j} * T_c \quad (IV.3)$$

Avec :

V_{SR} : Volume de la station (m³)

$Q_{max,j}$: Débit entrant à la station (m³/h)

T_c : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge.

Tableau (IV.3) : Dimensionnement de la station de pompage SP1.

Q max,j (m³/h)	Tc (h)	V SP1 (m³)
87,91	0,25	21,98

La station de pompage existante est de 150 m³.

IV.3.2.c. Dimensionnement de la station de pompage SP2 de TAZGARTH

La station de pompage SP2 est dimensionnée pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 137,37 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.4) : Dimensionnement de la station de pompage SP2.

Heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Refolement R1 (m ³ /h)	Refolement R2 (m ³ /h)	Total (m ³)	Apport (m ³)	Surp/ Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0.6	0.82	8.96	89.66	99.45	105.49	6.04	6.04
1-2	0.6	0.82	8.96	89.66	99.45	105.49	6.04	12.09
2-3	1.2	1.65	8.96	89.66	100.27	105.49	5.22	17.31
3-4	2	2.75	8.96	89.66	101.37	105.49	4.12	21.43
4-5	3.5	4.81	8.96	89.66	103.43	105.49	2.06	23.49
5-6	3.5	4.81	8.96	89.66	103.43	105.49	2.06	25.55
6-7	4.5	6.18	8.96	89.66	104.80	105.49	0.69	26.24
7-8	10.2	14.01	8.96	89.66	112.63	105.49	-7.14	19.10
8-9	8.8	12.09	8.96	89.66	110.71	105.49	-5.22	13.88
9-10	6.5	8.93	8.96	89.66	107.55	105.49	-2.06	11.81
10-11	4.1	5.63	8.96	89.66	104.25	105.49	1.24	13.05
11-12	4.1	5.63	8.96	89.66	104.25	105.49	1.24	14.29
12-13	3.5	4.81	8.96	89.66	103.43	105.49	2.06	16.35
13-14	3.5	4.81	8.96	89.66	103.43	105.49	2.06	18.41
14-15	4.7	6.46	8.96	89.66	105.08	105.49	0.41	18.82
15-16	6.2	8.52	8.96	89.66	107.14	105.49	-1.65	17.17
16-17	10.4	14.29	8.96	89.66	112.91	105.49	-7.42	9.75
17-18	9.4	12.91	8.96	89.66	111.53	105.49	-6.04	3.71
18-19	7.3	10.03	0.00	0.00	10.03	0.00	-10.03	-6.32
19-20	1.6	2.20	0.00	0.00	2.20	0.00	-2.20	-8.52
20-21	1.6	2.20	0.00	0.00	2.20	0.00	-2.20	-10.72
21-22	1	1.37	0.00	0.00	1.37	0.00	-1.37	-12.09
22-23	0.6	0.82	8.96	89.66	99.45	105.49	6.04	-6.04
23-24	0.6	0.82	8.96	89.66	99.45	105.49	6.04	0.00
Total	100	137.38	179.13	1793.29	2109.80	2109.80	0.00	38.33
Volume utile (m ³)							38.33	
Volume incendie (m ³)							120	
Volume total (m ³)							158.33	
Volume existant (m ³)							150	
Volume manquant (m ³)							8.33	

IV.3.2.d. Dimensionnement du réservoir R1 de TIMRI

Le réservoir R1 est dimensionné pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 179,13 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.5) : Dimensionnement du réservoir R1.

Heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³)	Surp/Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0,6	1,07	8,96	7,88	7,88
1-2	0,6	1,07	8,96	7,88	15,76
2-3	1,2	2,15	8,96	6,81	22,57
3-4	2	3,58	8,96	5,37	27,94
4-5	3,5	6,27	8,96	2,69	30,63
5-6	3,5	6,27	8,96	2,69	33,32
6-7	4,5	8,06	8,96	0,90	34,21
7-8	10,2	18,27	8,96	-9,31	24,90
8-9	8,8	15,76	8,96	-6,81	18,09
9-10	6,5	11,64	8,96	-2,69	15,41
10-11	4,1	7,34	8,96	1,61	17,02
11-12	4,1	7,34	8,96	1,61	18,63
12-13	3,5	6,27	8,96	2,69	21,32
13-14	3,5	6,27	8,96	2,69	24,00
14-15	4,7	8,42	8,96	0,54	24,54
15-16	6,2	11,11	8,96	-2,15	22,39
16-17	10,4	18,63	8,96	-9,67	12,72
17-18	9,4	16,84	8,96	-7,88	4,84
18-19	7,3	13,08	0,00	-13,08	-8,24
19-20	1,6	2,87	0,00	-2,87	-11,11
20-21	1,6	2,87	0,00	-2,87	-13,97
21-22	1	1,79	0,00	-1,79	-15,76
22-23	0,6	1,07	8,96	7,88	-7,88
23-24	0,6	1,07	8,96	7,88	0,00
Total	100	179,13	179,13	0	49,98
Volume utile (m ³)					49,98
Volume incendie (m ³)					120
Volume total (m ³)					169,98
Volume existant (m ³)					200
Volume manquant (m ³)					0,00

IV.3.2.e. Dimensionnement du réservoir R2 de LEKHMIS

Le réservoir R2 est dimensionné pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 500,04 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.6) : Dimensionnement du réservoir R2.

heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Adduction Vers R3 (m ³ /h)	Adduction Vers R4 (m ³ /h)	Adduction Vers SP3 (m ³ /h)	Total (m ³)	Apport (m ³)	Surp/ Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0,6	3,00	7,22	25,68	20,98	56,89	89,66	32,78	32,78
1-2	0,6	3,00	7,22	25,68	20,98	56,89	89,66	32,78	65,56
2-3	1,2	6,00	7,22	25,68	20,98	59,89	89,66	29,78	95,34
3-4	2	10,00	7,22	25,68	20,98	63,89	89,66	25,78	121,11
4-5	3,5	17,50	7,22	25,68	20,98	71,39	89,66	18,28	139,39
5-6	3,5	17,50	7,22	25,68	20,98	71,39	89,66	18,28	157,67
6-7	4,5	22,50	7,22	25,68	20,98	76,39	89,66	13,28	170,95
7-8	10,2	51,00	7,22	25,68	20,98	104,89	89,66	-15,23	155,72
8-9	8,8	44,00	7,22	25,68	20,98	97,89	89,66	-8,22	147,50
9-10	6,5	32,50	7,22	25,68	20,98	86,39	89,66	3,28	150,77
10-11	4,1	20,50	7,22	25,68	20,98	74,39	89,66	15,28	166,05
11-12	4,1	20,50	7,22	25,68	20,98	74,39	89,66	15,28	181,33
12-13	3,5	17,50	7,22	25,68	20,98	71,39	89,66	18,28	199,61
13-14	3,5	17,50	7,22	25,68	20,98	71,39	89,66	18,28	217,88
14-15	4,7	23,50	7,22	25,68	20,98	77,39	89,66	12,28	230,16
15-16	6,2	31,00	7,22	25,68	20,98	84,89	89,66	4,78	234,94
16-17	10,4	52,00	7,22	25,68	20,98	105,89	89,66	-16,23	218,71
17-18	9,4	47,00	7,22	25,68	20,98	100,89	89,66	-11,22	207,49
18-19	7,3	36,50	7,22	25,68	20,98	90,39	0,00	-90,39	117,10
19-20	1,6	8,00	7,22	25,68	20,98	61,89	0,00	-61,89	55,21
20-21	1,6	8,00	7,22	25,68	20,98	61,89	0,00	-61,89	-6,67
21-22	1	5,00	7,22	25,68	20,98	58,89	0,00	-58,89	-65,56
22-23	0,6	3,00	7,22	25,68	20,98	56,89	89,66	32,78	-32,78
23-24	0,6	3,00	7,22	25,68	20,98	56,89	89,66	32,78	0,00
Total	100	500,04	173,37	616,43	503,45	1793,29	1793,29	0,00	300,50
Volume utile (m ³)									300,50
Volume incendie (m ³)									120
Volume total (m ³)									420,50
Volume existant (m ³)									500
Volume manquant (m ³)									0,00

IV.3.2.f. Dimensionnement du réservoir R3 de TIGHILT OUGUENI

Le réservoir R3 est dimensionné pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 173,37 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.7) : Dimensionnement du réservoir R3.

heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³)	Surp/Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0,6	1,04	7,22	6,18	6,18
1-2	0,6	1,04	7,22	6,18	12,37
2-3	1,2	2,08	7,22	5,14	17,51
3-4	2	3,47	7,22	3,76	21,27
4-5	3,5	6,07	7,22	1,16	22,42
5-6	3,5	6,07	7,22	1,16	23,58
6-7	4,5	7,80	7,22	-0,58	23,00
7-8	10,2	17,68	7,22	-10,46	12,54
8-9	8,8	15,26	7,22	-8,03	4,51
9-10	6,5	11,27	7,22	-4,05	0,46
10-11	4,1	7,11	7,22	0,12	0,58
11-12	4,1	7,11	7,22	0,12	0,69
12-13	3,5	6,07	7,22	1,16	1,85
13-14	3,5	6,07	7,22	1,16	3,01
14-15	4,7	8,15	7,22	-0,92	2,08
15-16	6,2	10,75	7,22	-3,53	-1,44
16-17	10,4	18,03	7,22	-10,81	-12,25
17-18	9,4	16,30	7,22	-9,07	-21,32
18-19	7,3	12,66	7,22	-5,43	-26,76
19-20	1,6	2,77	7,22	4,45	-22,31
20-21	1,6	2,77	7,22	4,45	-17,86
21-22	1	1,73	7,22	5,49	-12,37
22-23	0,6	1,04	7,22	6,18	-6,18
23-24	0,6	1,04	7,22	6,18	0,00
Total	100	173,37	173,37	0,00	50,34
Volume utile (m ³)					50,34
Volume incendie (m ³)					120
Volume total (m ³)					170,34
Volume existant (m ³)					0,00
Volume projeté (m ³)					200

IV.3.2.g. Dimensionnement du réservoir R4 d'AOURIR MAHRANE

Le réservoir R4 est dimensionné pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 616,43 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.8) : Dimensionnement du réservoir R4.

heure	Kmax.h 2	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³)	Surp/Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0,75	4,62	25,68	21,06	21,06
1-2	0,75	4,62	25,68	21,06	42,12
2-3	1	6,16	25,68	19,52	61,64
3-4	1	6,16	25,68	19,52	81,16
4-5	3	18,49	25,68	7,19	88,35
5-6	5,5	33,90	25,68	-8,22	80,14
6-7	5,5	33,90	25,68	-8,22	71,92
7-8	5,5	33,90	25,68	-8,22	63,70
8-9	3,5	21,58	25,68	4,11	67,81
9-10	3,5	21,58	25,68	4,11	71,92
10-11	6	36,99	25,68	-11,30	60,62
11-12	8,5	52,40	25,68	-26,71	33,90
12-13	8,5	52,40	25,68	-26,71	7,19
13-14	6	36,99	25,68	-11,30	-4,11
14-15	5	30,82	25,68	-5,14	-9,25
15-16	5	30,82	25,68	-5,14	-14,38
16-17	3,5	21,58	25,68	4,11	-10,27
17-18	3,5	21,58	25,68	4,11	-6,16
18-19	6	36,99	25,68	-11,30	-17,47
19-20	6	36,99	25,68	-11,30	-28,77
20-21	6	36,99	25,68	-11,30	-40,07
21-22	3	18,49	25,68	7,19	-32,88
22-23	2	12,33	25,68	13,36	-19,52
23-24	1	6,16	25,68	19,52	0,00
Total	100	616,43	616,43	0,00	128,42
Volume utile (m ³)					128,42
Volume incendie (m ³)					120
Volume total (m ³)					248,42
Volume existant (m ³)					0,00
Volume projeté (m ³)					250

IV.3.2.h. Dimensionnement de la station de pompage SP3 d'ATH YOUSSEF

La station de pompage SP3 est dimensionnée pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 210,25 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.9) : Dimensionnement de la station de pompage SP3

heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Adduction R5 (m ³ /h)	Adduction R6 (m ³ /h)	Total (m ³)	Apport (m ³)	Surp/ Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0.6	1.26	9.19	4.56	15.01	20.98	5.97	5.97
1-2	0.6	1.26	9.19	4.56	15.01	20.98	5.97	11.94
2-3	1.2	2.52	9.19	4.56	16.27	20.98	4.71	16.64
3-4	2.0	4.21	9.19	4.56	17.95	20.98	3.02	19.67
4-5	3.5	7.36	9.19	4.56	21.11	20.98	-0.13	19.54
5-6	3.5	7.36	9.19	4.56	21.11	20.98	-0.13	19.41
6-7	4.5	9.46	9.19	4.56	23.21	20.98	-2.23	17.17
7-8	10.2	21.45	9.19	4.56	35.19	20.98	-14.22	2.96
8-9	8.8	18.50	9.19	4.56	32.25	20.98	-11.27	-8.31
9-10	6.5	13.67	9.19	4.56	27.41	20.98	-6.44	-14.75
10-11	4.1	8.62	9.19	4.56	22.37	20.98	-1.39	-16.14
11-12	4.1	8.62	9.19	4.56	22.37	20.98	-1.39	-17.53
12-13	3.5	7.36	9.19	4.56	21.11	20.98	-0.13	-17.66
13-14	3.5	7.36	9.19	4.56	21.11	20.98	-0.13	-17.79
14-15	4.7	9.88	9.19	4.56	23.63	20.98	-2.65	-20.45
15-16	6.2	13.04	9.19	4.56	26.78	20.98	-5.81	-26.25
16-17	10.4	21.87	9.19	4.56	35.61	20.98	-14.64	-40.89
17-18	9.4	19.76	9.19	4.56	33.51	20.98	-12.53	-53.42
18-19	7.3	15.35	0.00	4.56	19.91	20.98	1.07	-52.35
19-20	1.6	3.36	0.00	4.56	7.92	20.98	13.05	-39.30
20-21	1.6	3.36	0.00	4.56	7.92	20.98	13.05	-26.25
21-22	1.0	2.10	0.00	4.56	6.66	20.98	14.31	-11.94
22-23	0.6	1.26	9.19	4.56	15.01	20.98	5.97	-5.97
23-24	0.6	1.26	9.19	4.56	15.01	20.98	5.97	0.00
Total	100	210.25	183.75		503.45	503.45	0.00	73.09
Volume utile (m ³)								73.09
Volume incendie (m ³)								120
Volume total (m ³)								193.09
Volume existant (m ³)								0.00
Volume projeté (m ³)								200

IV.3.2.i. Dimensionnement du réservoir R5 d'ATH SMAIL

Le réservoir R5 est dimensionnée pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 183,75 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.10) : Dimensionnement du réservoir R5

Heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³)	Surp/Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0,6	1,10	9,19	8,08	8,08
1-2	0,6	1,10	9,19	8,08	16,17
2-3	1,2	2,20	9,19	6,98	23,15
3-4	2	3,67	9,19	5,51	28,66
4-5	3,5	6,43	9,19	2,76	31,42
5-6	3,5	6,43	9,19	2,76	34,18
6-7	4,5	8,27	9,19	0,92	35,10
7-8	10,2	18,74	9,19	-9,55	25,54
8-9	8,8	16,17	9,19	-6,98	18,56
9-10	6,5	11,94	9,19	-2,76	15,80
10-11	4,1	7,53	9,19	1,65	17,46
11-12	4,1	7,53	9,19	1,65	19,11
12-13	3,5	6,43	9,19	2,76	21,87
13-14	3,5	6,43	9,19	2,76	24,62
14-15	4,7	8,64	9,19	0,55	25,17
15-16	6,2	11,39	9,19	-2,20	22,97
16-17	10,4	19,11	9,19	-9,92	13,05
17-18	9,4	17,27	9,19	-8,08	4,96
18-19	7,3	13,41	0,00	-13,41	-8,45
19-20	1,6	2,94	0,00	-2,94	-11,39
20-21	1,6	2,94	0,00	-2,94	-14,33
21-22	1	1,84	0,00	-1,84	-16,17
22-23	0,6	1,10	9,19	8,08	-8,08
23-24	0,6	1,10	9,19	8,08	0,00
Total	100	183,75	183,75	0	51,27
Volume utile (m ³)					51,27
Volume incendie (m ³)					120
Volume total (m ³)					171,27
Volume existant (m ³)					0,00
Volume projeté (m ³)					200

IV.3.2.j. Dimensionnement du réservoir R6 d'AKHAM LGHERS

Le réservoir R6 est dimensionnée pour un débit maximal journalier

$$Q_{\max} = 109,44 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau (IV.11) : Dimensionnement du réservoir R6

heure	Kmax.h 2,5	Distribution (m ³ /h)	Apport (m ³)	Surp/Déficit (m ³)	Résidu (m ³)
0-1	0.6	0.66	4.56	3.90	3.90
1-2	0.6	0.66	4.56	3.90	7.81
2-3	1.2	1.31	4.56	3.25	11.05
3-4	2	2.19	4.56	2.37	13.43
4-5	3.5	3.83	4.56	0.73	14.15
5-6	3.5	3.83	4.56	0.73	14.88
6-7	4.5	4.93	4.56	-0.36	14.52
7-8	10.2	11.16	4.56	-6.60	7.92
8-9	8.8	9.63	4.56	-5.07	2.85
9-10	6.5	7.11	4.56	-2.55	0.29
10-11	4.1	4.49	4.56	0.07	0.36
11-12	4.1	4.49	4.56	0.07	0.44
12-13	3.5	3.83	4.56	0.73	1.17
13-14	3.5	3.83	4.56	0.73	1.90
14-15	4.7	5.14	4.56	-0.58	1.31
15-16	6.2	6.79	4.56	-2.23	-0.91
16-17	10.4	11.38	4.56	-6.82	-7.73
17-18	9.4	10.29	4.56	-5.73	-13.46
18-19	7.3	7.99	4.56	-3.43	-16.89
19-20	1.6	1.75	4.56	2.81	-14.08
20-21	1.6	1.75	4.56	2.81	-11.27
21-22	1	1.09	4.56	3.47	-7.81
22-23	0.6	0.66	4.56	3.90	-3.90
23-24	0.6	0.66	4.56	3.90	0.00
Total	100	109.44	109.44	0	31.78
Volume utile (m ³)					31.78
Volume incendie (m ³)					120
Volume total (m ³)					151.78
Volume existant (m ³)					0.00
Volume projeté (m ³)					150

IV.3.3. Récapitulatif des ouvrages de stockage

Le tableau ci-dessus récapitule les dimensions des ouvrages de stockage (capacité, diamètre, hauteur) de la zone d'étude :

Tableau (IV.12) : Capacité des ouvrages de stockage

Réservoir	Existant (m ³)	Projetée (m ³)	Total (m ³)	Diamètre du réservoir (m)	H incendie (m)	H (m)	Temps de pompage (h)
SP1	150	/	150	6.91	3.20	4	20
SP2	150	/	150	6.91	3.20	4	SP2-R1 07 SP2-R2 20
R1	200	/	200	7.98	2.40	4	20
R2	500	/	500	12.61	3.85	4	20
R3	/	200	200	7.98	2.40	4	20
R4	/	250	250	8.92	1.92	4	20
SP3	/	200	200	7.98	2.40	4	07
R5	/	200	200	7.98	2.40	4	20
R6	/	150	150	6.91	3.20	4	20

IV.4. Dimensionnement des conduites d'adduction

IV.4.1. Choix du type de conduite

Le type de conduite à choisir s'effectue selon des critères bien définis à savoir :

- Disponibilité sur le marché ;
- Le prix d'achat ;
- Les frais de réalisation ;
- La pression de service ;
- La nature du terrain ;
- La longueur des conduites.

IV.4.2. Calcul du diamètre économique

Le choix du diamètre économique d'une tuyauterie résulte d'un compromis entre les dépenses d'investissements et les dépenses de fonctionnement c'est-à-dire que ce choix est conditionné par deux facteurs opposés :

- a) Réduire les pertes de charge, par conséquent la puissance prise par la pompe, ce qui conduit à choisir un diamètre grand que possible.
- b) Réduire les frais d'installation, ce qui conduit à réduire au minimum les diamètres.

Afin d'obtenir équilibre relatif entre ces deux facteurs, le diamètre doit être choisi, de façon à avoir l'optimum économique qui résulte de ces deux types de dépenses. Pour cela, on dispose de deux corrélations qui permettent l'approximation de ce diamètre économique D_N [9] :

✚ **Formule de BONNIN :**

$$D_{N1} = \sqrt{Q} \quad (IV.4)$$

✚ **Formule DE BRESS :**

$$D_{N2} = 1,5 \sqrt{Q} \quad (IV.5)$$

avec :

Q : Débit refoulé dans la conduite en m^3/s .

On prendra tous les diamètres compris entre D_{N1} et D_{N2} , mais le choix final se portera sur le diamètre pour lequel le coût sera minimal et la vitesse d'écoulement sera comprise entre **0,5m/s** et **2 m/s**.

IV.4.2.a. Calcul de la vitesse

Elle est donnée par la formule suivante :

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \quad (IV.6)$$

IV.4.2.b. Calcul des pertes de charges

Les pertes de charge linéaire sont déterminées par la formule de DARCY-WEISBBACH suivante :

$$\Delta H_L = (\lambda \times V^2) / (2 \times g \times D) \times L \quad (IV.7)$$

Avec :

L : Longueur de la conduite en m

λ : Coefficient de perte de charge

V : Vitesse d'écoulement en m/s tel que (1.5 m/s > V > 0.5 m/s).

D : Diamètre de la conduite en m

Le coefficient λ est donné par la formule de COLBROOK qui s'écrit :

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \times \log \times [K/(3.71 \times D) + (2.51)/(Re \times \sqrt{\lambda})] \quad (IV.8)$$

Avec :

D : diamètre intérieur de la conduite en mm

V : vitesse moyenne en m/s

K : coefficient de rugosité tel que :

PEHD :

$K = 0.01$ si $D \leq 200$ mm

$K = 0.02$ si $D > 200$ mm

Fonte ductile :

$k=0.15$

Re : nombre de Reynolds,

$$Re = V \times D / \gamma \quad (\text{IV.9})$$

γ : Viscosité cinématique du liquide ($10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$)

Les pertes de charge singulières sont estimées à 15 % des pertes de charges linéaires, elles sont provoquées par des coudes, des vannes, etc. Elles sont calculées comme suit :

$$\Delta H_S = 0.15 \times \Delta H_L \quad (\text{IV.10})$$

Les pertes de charges totales représentent la somme des deux pertes de charges (linéaire et singulière):

$$\begin{aligned} \Delta H_T &= \Delta H_L + \Delta H_S \\ \Delta H_T &= 0.15 \times \Delta H_L + \Delta H_L \\ \Delta H_T &= 1.15 \times \Delta H_L \end{aligned} \quad (\text{IV.11})$$

IV.4.2.c. Calcul de la hauteur manométrique total Hmt

Elle représente la différence d'énergie entre l'entrée et la sortie de la pompe. La somme de la hauteur géométrique et les pertes de charges total qui résultent de l'aspiration et du refoulement

$$H_{mt} = H_g + \Delta H_T \quad (\text{IV.12})$$

IV.4.2.d. La puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance disponible ou bien en d'autres termes la puissance absorbée au niveau de l'arbre d'entraînement de la pompe, on la calcule de la façon qui suit :

$$Pa = (g \times Q \times H_{mt}) / \eta \quad (\text{IV.13})$$

Avec :

Pa : La puissance de la pompe en KW ;

Q : Débit a refoulé en m^3/s

Hmt : Hauteur manométrique total en m ;

η : rendement de la pompe (70%).

Les résultats de calcul pour les différentes variantes sont dans le tableau suivant :

IV.4.2.e. Energie consommée par la pompe

Cette énergie est déterminée par la formule (IV.13) suivante :

$$E = Pa \times t \times 365 \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

E : Energie consommé par la pompe en KWh ;

t : nombre d'heure de pompage.

IV.4.2.f. Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation se calcul de la manière suivante

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

Avec :

F_{exp} : frais d'exploitation en DA

e_u : Prix unitaire du KWh. Fixé à 4.67 DA par la SONELGAZ

IV.4.2.i. Frais d'amortissement

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

$$F_m = Pu \times L \times A \quad (\text{IV.16})$$

Avec:

F_m : frais d'amortissement en DA

P_u : Prix unitaire de la conduite DA/ml

L : longueur de la conduite en m

A : Annuité.

- Calcul de l'annuité

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

Avec :

i : Taux d'annuité (8 %) ;

n : Nombre d'année d'amortissement (25 ans).

Donc $A = 0,0936$

IV.4.3. Dimensionnement des diamètres d'adduction

IV.4.3.1. Calcul des diamètres économiques

➤ Caractéristique des conduites

Le réseau d'adduction est composé de quatre conduites à écoulement gravitaire et quatre conduites à écoulement par refoulement. Les résultats sont donnés par le tableau (IV.13)

Tableau (IV-13) : Calcul de D_{N1} et D_{N2} des tronçons

Type d'adduction	Tronçon	L (m)	Q (m ³ /s)	CR (m)	CTP (m)	Hg (m)	D_{N1} (mm)	D_{N2} (mm)
Gravitaire	S-SP1	20	0.00311	769.95	768.73	1.22	51.39	89.01
Refoulement	SP1-SP2	1249.35	0.02930	765.23	911.26	146.03	157.75	273.23
Refoulement	SP2-R1	493.26	0.00722	908.16	1044.65	136.49	45.97	79.62
Refoulement	SP2-R2	2739.61	0.02491	908.16	1009.01	100.85	145.44	251.91
Gravitaire	R2-R3	2018.03	0.00201	1004.71	923.26	81.45	41.28	71.50
Gravitaire	R2-R4	4025.48	0.00713	1004.71	925.48	79.23	77.84	134.82
Gravitaire	R2-SP3	1628.87	0.00583	1004.71	900.27	104.44	70.35	121.84
Refoulement	SP3-R5	5295.51	0.00734	896.27	1013.44	117.17	46.56	80.64
Gravitaire	SP3-R6	2428.87	0.00127	896.27	823.56	72.71	32.80	56.81

❖ Calcul des pertes de charge total

Les calculs sont donnés par le tableau suivant :

Tableau (IV-14) : Calcul des pertes de charges et Hmt

Type d'adduction	Tronçon	Matériau	Dint (mm)	Dex (mm)	V (m/s)	Re	L (m)	λ_0	Λ	PDCL (m)	PDCT (m)	Hg (m)	Pression (m)	Hmt (m)
Gravitaire	S-SP1	PEHDPN16	58.2	75	1.17	68071.88	20.00	0.1	0.0202	0.48	0.56	1.22	0.66	-
			73.6	90	0.73	53828.58	20.00	0.1	0.0211	0.16	0.18	1.22	1.04	-
Refoulement	SP1-SP2	FONTE (C40)	178	200	0.93	186641.86	1249.35	0.1	0.0162	4.50	5.18	146.03	-	151.21
			226	250	0.60	149313.49	1249.35	0.1	0.0168	1.53	1.76	146.03	-	147.79
Refoulement	SP2-R1	FONTE (C40)	82	100	0.62	62000.00	493.26	0.1	0.0235	1.96	2.26	136.49	-	137.17
Refoulement	SP2-R2	FONTE (C40)	130	150	1.41	211522.43	2739.61	0.1	0.0160	29.63	34.08	100.85	-	134.93
			178	200	0.79	158641.82	2739.61	0.1	0.0167	7.34	8.45	100.85	-	109.30
Gravitaire	R2-R3	FONTE (C40)	82	100	0.56	56000.00	2018.03	0.1	0.0246	6.69	7.70	81.45	73.75	-
Gravitaire	R2-R4	FONTE (C40)	82	100	0.91	90886.68	4025.48	0.1	0.0188	31.95	36.74	79.23	42.49	-
Gravitaire	R2-SP3	FONTE (C40)	82	100	0.74	74228.22	1628.87	0.1	0.0196	8.97	10.31	104.44	94.13	-
Refoulement	SP3-R5	FONTE (C40)	82	100	0.63	63000.00	5295.51	0.1	0.0233	21.70	24.95	117.17	-	124.82
Gravitaire	SP3-R6	PEHDPN16	38.8	50	1.07	41589.10	2428.87	0.1	0.0226	82.80	95.22	72.71	-22.51	-
			48.8	63	0.68	33066.74	2428.87	0.1	0.0235	27.41	31.52	72.71	41.19	-

Pour l'adduction gravitaire il faut que $PDCT < HG$ pour que l'eau arrive au réservoir.

➤ **Les frais d'exploitations**

Les frais d'exploitation sont donnés dans le tableau suivant

Tableau (IV-15) : Calcul des frais d'exploitations

Frais d'exploitation						
Tronçon	DN (mm)	Pa (kw)	Tde fonc (h)	E (kw)	e _u (DA)	Fexp (DA)
SP1-SP2	200	62,09	20	453285,75	4,67	2116844,47
	250	60,69	20	443043,61	4,67	2069013,68
SP2-R1	100	13,88	7	35463,40	4,67	165614,08
SP2-R2	150	47,10	20	343808,34	4,67	1605584,95
	200	38,15	20	278492,43	4,67	1300559,66
SP3-R5	100	12,84	7	32806,20	4,67	153204,95

➤ **Les frais d'amortissements**

Les frais d'amortissements sont donnés par le tableau suivant

Tableau (IV-16) : Calcul des frais d'amortissements

Type d'adduction	Tronçon	Matériau	DN (mm)	Pu (DA)	A	L (m)	Fm (DA)
Gravitaire	S-SP1	PEHDPN16	75	295.2	0.0937	20.00	553.08
			90	430	0.0937	20.00	805.64
Refoulement	SP1-SP2	FONTE (C40)	200	15000	0.0937	1249.35	1755563.74
			250	18000	0.0937	1249.35	2106676.49
Refoulement	SP2-R1	FONTE (C40)	100	6000	0.0937	493.26	277247.97
Refoulement	SP2-R2	FONTE (C40)	150	10000	0.0937	2739.61	2566433.20
			200	15000	0.0937	2739.61	3849649.80
Gravitaire	R2-R3	FONTE (C40)	100	6000	0.0937	2018.03	1134279.52
Gravitaire	R2-R4	FONTE (C40)	100	6000	0.0937	4025.48	2262612.31
Gravitaire	R2-SP3	FONTE (C40)	100	6000	0.0937	1628.87	915543.32
Refoulement	SP3-R5	FONTE (C40)	100	6000	0.0937	5295.51	2976461.47
Gravitaire	SP3-R6	PEHDPN16	50	133.8	0.0937	2428.87	30443.99
			63	211.4	0.0937	2428.87	48100.60

➤ Calcul du Bilan

Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau suivant

Tableau (IV-17) : Calcul du bilan de chaque tronçon

Type d'adduction	Bilan				
	Tronçon	DN (mm)	Fexp (DA)	Fm (DA)	Bilan (DA)
Gravitaire	S-SP1	75	0,00	553,08	553,08
		90	0,00	805,64	805,64
Refoulement	SP1-SP2	200	2116844,47	1755563,74	3872408,21
		250	2069013,68	2106676,49	4175690,17
Refoulement	SP2-R1	100	165614,08	277247,97	442862,05
Refoulement	SP2-R2	150	1605584,95	2566433,20	4172018,15
		200	1300559,66	3849649,80	5150209,45
Gravitaire	R2-R3	100	0,00	1134279,52	1134279,52
Gravitaire	R2-R4	100	0,00	2262612,31	2262612,31
Gravitaire	R2-SP3	100	0,00	915543,32	915543,32
Refoulement	SP3-R5	100	153204,95	2976461,47	3129666,42
Gravitaire	SP3-R6	50	0,00	30443,99	30443,99
		63	0,00	48100,60	48100,60

IV.5. Conclusion

A travers ce chapitre consacré à l'adduction, nous présumons avoir touché aux grands axes de l'étude technico-économique, elle consiste à déterminer les différents paramètres liés aux frais d'amortissement et d'exploitation.

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant (Tableau (IV-17)).

Tableau (IV-17) : Récapitulatif des diamètres économiques choisis

Type d'adduction	Tronçon	Matériau	L (m)	DN (mm)	V (m/s)
Gravitaire	S-SP1	PEHDPN16	20.00	75	1.17
Refoulement	SP1-SP2	FONTE (C40)	1249.35	200	0.93
Refoulement	SP2-R1	FONTE (C40)	493.26	100	0.62
Refoulement	SP2-R2	FONTE (C40)	2739.61	200	0.79
Gravitaire	R2-R3	FONTE (C40)	2018.03	100	0.56
Gravitaire	R2-R4	FONTE (C40)	4025.48	100	0.91
Gravitaire	R2-SP3	FONTE (C40)	1628.87	100	0.74
Refoulement	SP3-R5	FONTE (C40)	5295.51	100	0.63
Gravitaire	SP3-R6	PEHDPN16	2428.87	63	0.68

Chapitre V

Etude et choix des pompes

V.1. Introduction

Une pompe est un appareil qui aspire un fluide d'une région à basse pression pour le refouler vers une région à plus haute pression. Ainsi, le rôle de la pompe est de transformer l'énergie électrique en énergie hydraulique.

Du point de vue physique, le fonctionnement d'une pompe consiste à transformer l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique, c'est-à-dire qu'elle transmet au courant liquide qui la traverse une certaine puissance. La réserve d'énergie reçue par le liquide à l'intérieur de la pompe permet au courant de surmonter les pertes de charge et de s'élever jusqu'à une certaine hauteur.

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

V.2. Choix de type des pompes

Le choix de la pompe s'effectuera selon les facteurs suivant :

- Le débit à refouler et la hauteur manométrique totale ;
- La puissance, le rendement et la vitesse de rotation ;
- Le cout et le type de la pompe.

Dans notre étude on a opté pour des pompes centrifuges à axe horizontal pour les avantages qu'elles présentent, à savoir :

- Elles sont peu couteuses avec un bon rendement ;
- Elles constituent des groupes léger et peu encombrants ;
- Elles assurent le refoulement des débits à des hauteurs importantes.

V.3. Les courbes caractéristiques de la pompe

Les performances d'une pompe sont exprimées par les trois types de courbes suivantes [6] :

- La courbe, débit hauteur (Q, H) : exprime les variations des différentes hauteurs d'élévation en fonction du débit $H = f(Q)$.
- La courbe de puissance absorbée en fonction du débit $P = f(Q)$;
- La courbe des rendements : exprime les variations du rendement de la pompe en fonction

du débit $\eta = f(Q)$.

Le point d'intersection de la courbe (Q, H) avec l'axe des ordonnées s'appelle le point de barbotage ou encore point à vanne fermée.

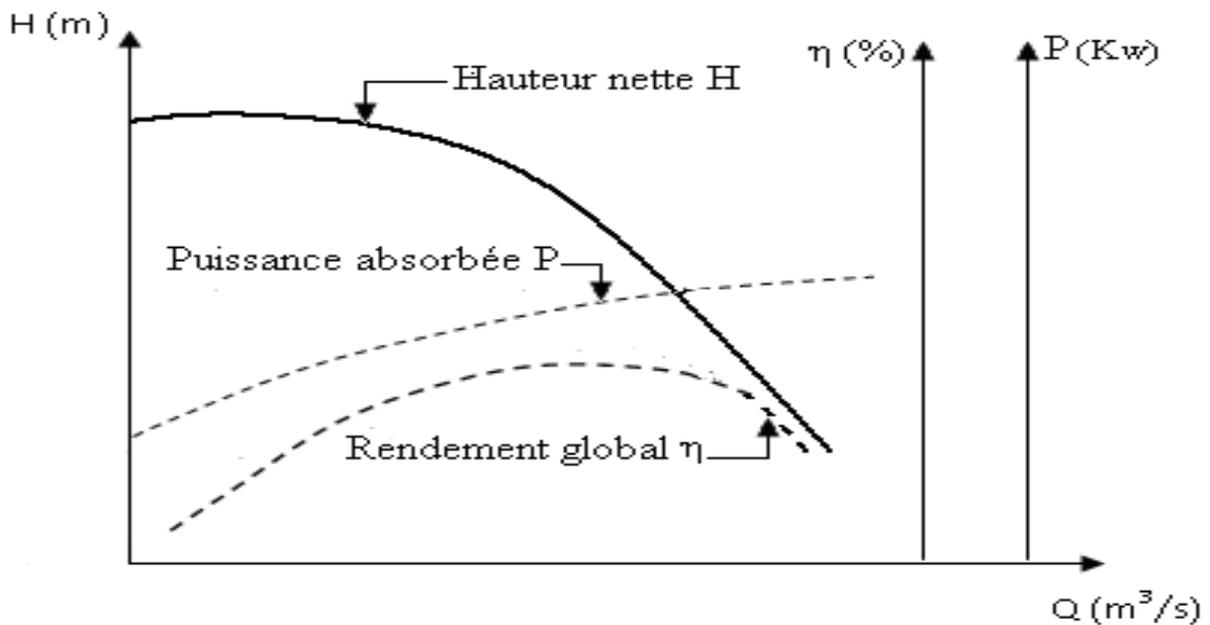


Figure (V.1): Courbes caractéristiques d'une pompe.

V.3.1. Puissance absorbée

L'expression permettant de calculer la puissance absorbée par une pompe est la suivante :

$$Pa = (g \times Q \times H_{mt}) / \eta \quad (V.1)$$

Avec :

- Pa : Puissance absorbée en (Kw).
- Q : Débit à refouler en (m³/s).
- H_{mt} : Hauteur manométrique totale (m).
- η : Rendement de la pompe.

V.3.2. Hauteur manométrique totale (Hmt)

La Hmt est la somme des termes suivants :

$$Hmt = Ha + Hr + Ja + Jt \quad (V.2)$$

a) La hauteur géométrique de refoulement (Hr) :

Elle est toujours positive pour un groupe horizontal, c'est la distance entre le point le plus haut à atteindre et l'axe horizontale de la pompe.

Pour un groupe vertical, elle représente la distance séparant le point le plus haut et le plan de la première roue.

b) La hauteur géométrique d'aspiration (Ha) :

Qui sera négative pour une aspiration en dépression, positive pour une aspiration en charge. C'est la distance séparant l'axe de la pompe du plan de pompage pour un groupe horizontal. Elle représentera la distance qui sépare le plan de la première roue (pompe multicellulaires) et le plan de pompage s'il s'agit d'un groupe vertical.

c) Les pertes de charges totales (d'aspiration et de refoulement) :

La pompe devra compenser les dissipations d'énergie dans les conduites tant d'aspiration que de refoulement, elles sont évaluées en hauteur exprimée en mètres.

$$Jt = Ja + Jr \quad (m) \quad (V.3)$$

Avec :

- Ja: Pertes de charge à l'aspiration.
- Jr : Pertes de charge au refoulement.

V.4. Le point de fonctionnement de la pompe

V.4.1. Réalisation du point de fonctionnement désiré

V.4.1.1. Caractéristique de la conduite

On appelle caractéristique d'une conduite la courbe qui représente pour une canalisation de diamètre D et de longueur L , la variation de la perte de charge en fonction du débit, c'est la traduction graphique dans un système de coordonnées JQ de l'expression :

$$J = R \cdot Q^2 \quad (V.4)$$

R : Coefficient qui caractérise la résistance de la conduite.

$$R = 1,1 \times \frac{8 \times \lambda \times L}{\pi^2 \times D^5 \times g} \quad (V.5)$$

Avec :

- L : Longueur de la conduite.
- λ : Coefficient de frottement de Darcy.
- D : Diamètre de la conduite.
- g : Accélération de la pesanteur (9.81 m/s²).

En tenant compte de la hauteur géométrique, H_g la caractéristique de la conduite devient :

$$H_c = H_g + J \quad (V.6)$$

Où :

- H_g : Hauteur géométrique (m).
- J : Pertes de charge totales (m).

Graphiquement, le point de fonctionnement est le point d'intersection de la courbe caractéristique de la conduite « $H_c = f(Q)$ » et celle de la pompe « $H = f(Q)$ » (Figure (V.2)) ; et pour un meilleur fonctionnement, ce point doit être situé à droite du rendement maximum de la pompe appelé point nominal.

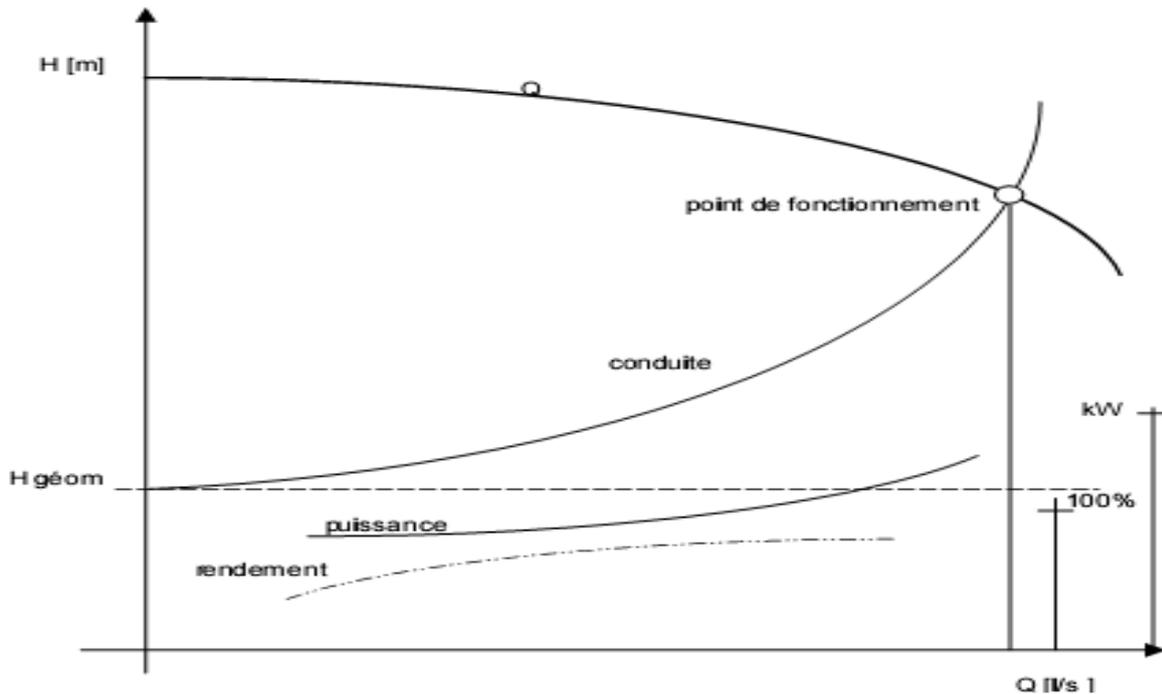


Figure (V.2) : Point de fonctionnement d'une pompe

Dans le cas où le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré de coordonnées H et Q déterminés, on sera dans l'obligation d'apporter quelques modifications afin d'adapter la pompe aux conditions de travail désirées.

Le point de fonctionnement peut être obtenu par la modification de l'un des paramètres de fonctionnement de la pompe, Pour cela, quatre cas peuvent se présenter :

a) Première variante : réduction ou augmentation du temps de pompage.

On garde la courbe $H_2 = f(Q_2)$ telle qu'elle est, le débit Q_2 sera plus grand que le débit désiré (Q_1), pour cela, nous sommes tenus de faire diminuer le temps de pompage tout en conservant le volume d'eau constant.

Le volume d'eau entrant dans le réservoir pendant un temps $T_1 = 20$ heures est de : $V \text{ (m}^3\text{)} = 20 \times Q_1$; ce même volume sera obtenu par le refoulement d'un débit Q_2 pendant un temps T_2 .

Donc on peut écrire :

$$Q_1 \times T_1 = Q_2 \times T_2 \quad (\text{V.7})$$

D'où :

$$T_2 = T_1 \times \frac{Q_1}{Q_2} \quad (\text{V.8})$$

Et la puissance absorbée par la pompe sera :

$$\frac{g \times Q_2 \times H_2}{\eta} \quad (V.9)$$

b) Deuxième variante : régulation par étouffement (le vannage)

Elle considère à vanner au refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit Q_1 .

La puissance absorbée par la pompe sera :

$$\frac{g \times Q_1 \times H'}{\eta} \quad (V.10)$$

Avec :

$$H' = H_1 + h(m) \quad (V.11)$$

Où :

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 : Perte de charge engendrée par le vannage

η : Rendement correspondant au point $P_2 (Q_2, H_2)$.

Q_1 : débit désiré.

c) Troisième variante : Rognage de la roue.

Le rognage de la roue consiste à réduire le diamètre extérieur de la roue sans modifier le corps de pompe. Dans notre projet on opte pour des pompes centrifuges multicellulaires, Dans le cas cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner.

d) Quatrième variante : (Variation de la vitesse de rotation).

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

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

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

L'équation du courbe iso rendement s'écrit :

$$H = \frac{H_1}{Q_1^2} \times Q^2 \quad (\text{V.13})$$

La puissance absorbée sera :

$$P_{a3} = \frac{g \times Q_1 \times H_1}{\eta} \quad (\text{V.14})$$

V.5. Etude de la cavitation

La cavitation est un phénomène physique très complexe, qui se manifeste lorsque la pression absolue du liquide descend au-dessous de la tension de vapeur du liquide. Il se forme des bulles d'air, qui, dans les zones de pression les plus élevées, provoquent d'importantes perturbations ; bruits dans l'écoulement, des vibrations, ce qui entraîne la détérioration des caractéristiques hydrauliques (le rendement, la hauteur de refoulement,...) et l'érosion des matériaux au niveau de la pompe (Figure (V.3)).

Pour éviter ce phénomène, on doit assurer à l'aspiration une certaine pression dite : **Charge nette minimale disponible à l'aspiration** $(NPSH)_d$ (donnée par l'utilisateur), qui sera supérieure à la **Charge nette minimale requise à l'aspiration** $(NPSH)_r$ (donnée par le constructeur) :

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr}$$


Figure (V.3): Photo illustrant le phénomène de cavitation sur des aubes d'une pompe centrifuge.

❖ **NPSHd** : La charge nette d'aspiration disponible, 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.

❖ **NPSHr** : La charge d'aspiration requise par le constructeur, est la hauteur minimale de liquide, supposée à sa température d'ébullition, nécessaire au-dessus de l'aspiration pour empêcher la cavitation. Elle dépend de :

- Type de la pompe ;
- Point de fonctionnement.

Elle est donnée par le fabricant sous la forme d'une courbe donnant le NPSH requis (en mètre de liquide) en fonction du débit (Figure (V.4)).

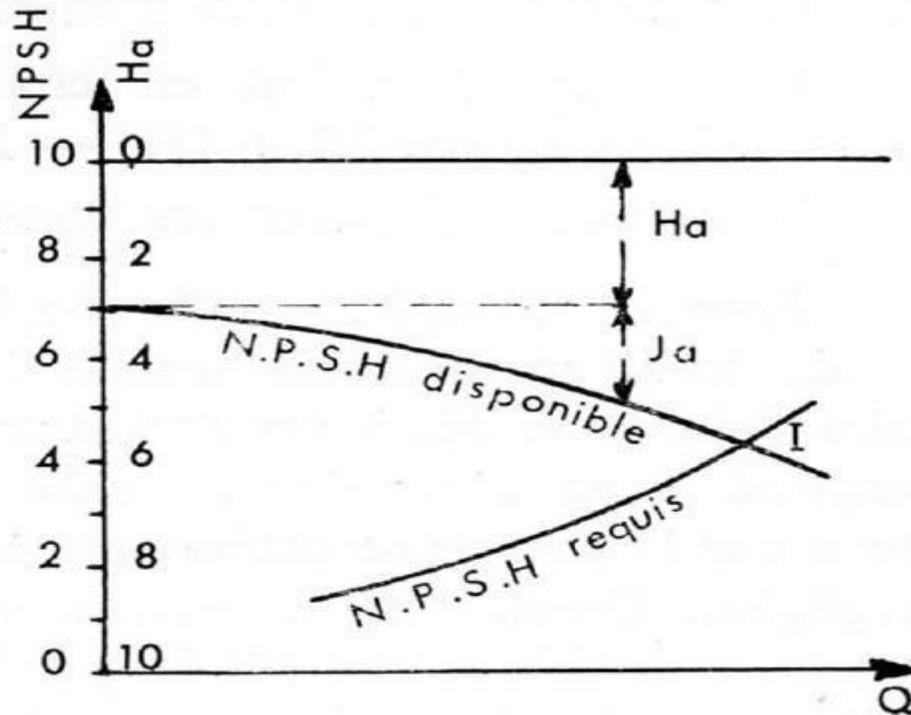


Figure (V.4) : Courbe des NPSH

❖ Qu'est-ce que le N.P.S.H. ?

Le NPSH 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 l'alimentation en charge :

$$(\text{NPSH})_d = \frac{P_0}{g \times \rho} + H_a - (J_a + T_v) \quad (\text{V.15})$$

➤ Pour l'alimentation en dépression :

$$(\text{NPSH})_d = \frac{P_0}{g \times \rho} - H_a - (J_a + T_v) \quad (\text{V.16})$$

Avec :

- H_a : Hauteur d'aspiration en (m).
- J_a : Pertes de charge à l'aspiration en (m).

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

- T_v : C'est la pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée.

Tableau (V.1) : Tension de vapeur d'eau pompée en fonction de la température

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

Remarque :

Les pompes sont installées presque au même niveau du radier, d'où : $H_a = 4$ m, $T_v = 0,238$ et $J_a = 0$ puisque les pertes de charge dans la conduite d'aspiration sont négligeable.

V.6. Choix de type de pompe pour les différentes stations

V.6.1. La pompe installée à la station de reprise SP1 tronçon (SP1-SP2)

➤ **Caractéristiques de la conduite**

$$Q = 29,29 \text{ l/s}$$

$$H_{mt} = 151,21 \text{ m}$$

$$H_g = 146,03 \text{ m}$$

$$L = 1249,35 \text{ m}$$

$$(D_{int}, D_{ex}) = (178, 200)$$

➤ **Caractéristiques de la pompe**

En utilisant le catalogue CAPRARI, on optera pour une multicellulaire à axe horizontal et une autre identique pour la sécurité qui ont les caractéristiques suivantes, (Annexe (4)) :

Pompe PM 100/ 3 D ;

- Centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal ;
- Roues: en fonte ;
- Diffuseurs et corps d'aspiration : en fonte ;
- Corps de refoulement et corps d'étage : en fonte (PMS/PMHT: en fonte s féroïdale) ;

- Corps de refoulement avec pieds de support et orifice de refoulement tourné vers le haut, corps d'aspiration à bouche orientable ;
- Arbre en acier inoxydable entièrement protégé par une douille en acier inoxydable. Double palier ;
- Roulements à billes largement dimensionnés pour supporter les charges radiales et axiales dans les deux sens ;
- Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement (PMHT: garniture mécanique) ;
- Hauteur d'arbre normalisée (UNI 2946).

A. Données techniques et caractéristiques du groupe électro pompe

Q : 29,44 l/s

H : 153 m

η : 76,3%

P : 75 Kw

NPSH r : 3,39 m

n. poles : 2

Fréquence : 50 Hz

Monophasé / Triphasé : 3~

Puissance moteur P2 : 75 kW

Tension : 400 V

Diamètre refoulement : DN 100 (UNI PN40)

Raccord d'aspiration : DN125 (UNI PN8-25)

N : 2900 tr/min

La figure (V.5) ci-dessous donne les caractéristiques de la pompe et de la conduite de la station SP1.

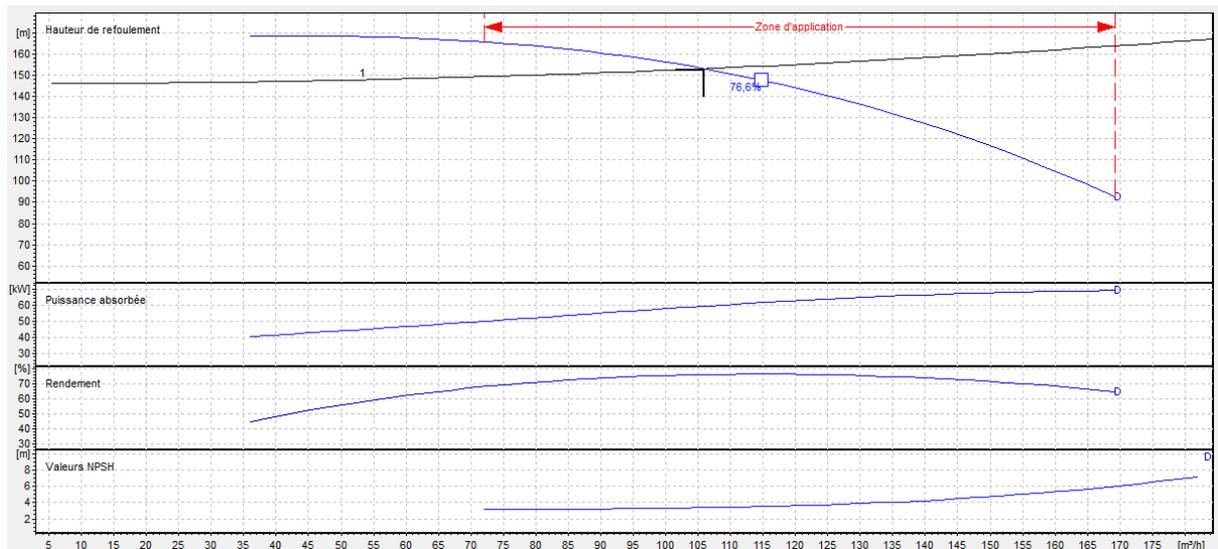


Figure (V.5) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP1.

B. Etude de la cavitation

NPSH r = 3,39 m

$$\text{NPSH d} = (\text{Po}/w) \pm \text{Ha} - (\text{Ja} - h)$$

La pompe est même niveau du radier, alors Ha = 4 m et Ja = 0

$$\begin{aligned} \text{D'ou : NPSH d} &= 10,33 + 4 - 0,238 \\ &= 14,092 \text{ m} \end{aligned}$$

La condition est vérifiée, NPSH d > NPSH r donc la pompe ne Cavite pas.

Avec :

(Po/w) : Pression en mètre colonne d'eau au point d'aspiration ;

Ha : Hauteur d'aspiration ;

Ja : Les pertes de charge à l'aspiration ;

h : Les pertes de charge en m.

V.6.2. La pompe installée à la station de reprise SP2 tronçon (SP2-R1)

➤ **caractéristiques de la conduite**

$$Q = 7,22 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 137,17 \text{ m}$$

$$\text{Hg} = 136,49 \text{ m}$$

$$L = 493,26 \text{ m}$$

$$(\text{Dint}, \text{Dex}) = (82, 100)$$

➤ **Caractéristiques de la pompe**

En utilisant le catalogue CAPRARI, on optera pour une multicellulaire à axe horizontal et une autre identique pour la sécurité qui ont les caractéristiques suivantes, (Annexe (5)) :

Pompe HMU40-2/ 5B

- Centrifuge multicellulaire de surface à axe horizontal
- Corps d'aspiration, refoulement et intermédiaires en fonte
- Roues : en alliage de cuivre
- Diffuseurs : en fonte
- Arbre : en acier inoxydable, soutenu par un coussinet monté dans le corps d'aspiration et par les roulements logés dans le palier
- Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement
- Douille de protection de l'arbre en acier inoxydable
- Compensation de la poussée axiale par nervures de renfort sur la face arrière de la roue
- Palier de base avec roulements à bain d'huile

A. Données techniques et caractéristiques du groupe électro pompe

Q : 7,25 l/s

H : 139 m

η : 70,9 %

P : 15 Kw

NPSH r : 2,04 m

n. poles : 2

Fréquence : 50 Hz

Monophasé / Triphasé : 3~

Puissance moteur P2 : 15 Kw

Tension : 400 V

Diamètre refoulement : DN40 (UNI PN40)

Raccord d'aspiration : DN65 (UNI PN16)

N : 2900 Tr/min

La figure (V.6) ci-dessous donne les caractéristiques de la pompe et de la conduite de la station SP2.

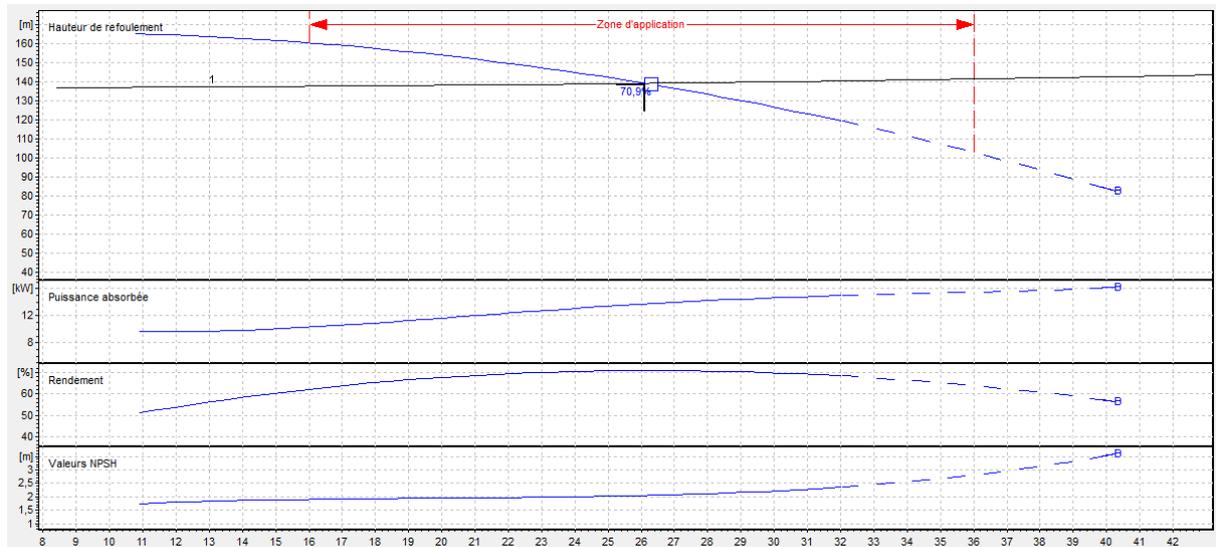


Figure (V.6) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP2.

B. Etude de la cavitation

NPSH r = 2,04 m

$$\text{NPSH d} = (\text{Po}/w) \pm \text{Ha} - (\text{Ja} - h)$$

La pompe est même niveau du radier, alors Ha = 4 m et Ja = 0

$$\begin{aligned} \text{D'ou : NPSH d} &= 10,33 + 4 - 0,238 \\ &= 14,092 \text{ m} \end{aligned}$$

La condition est vérifiée, NPSH d > NPSH r donc la pompe ne Cavite pas.

Avec :

(Po/w) : Pression en mètre colonne d'eau au point d'aspiration ;

Ha : Hauteur d'aspiration ;

Ja : Les pertes de charge à l'aspiration ;

h : Les pertes de charge en m.

V.6.3. La pompe installée à la station de reprise SP2 tronçon (SP2-R2)

➤ caractéristiques de la conduite

$$Q = 24,91 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 109,30 \text{ m}$$

$$H_g = 100,85 \text{ m}$$

$$L = 2739,61 \text{ m}$$

$$(D_{int}, D_{ex}) = (178, 200)$$

➤ Caractéristiques de la pompe

En utilisant le catalogue CAPRARI, on optera pour une multicellulaire à axe horizontal et une autre identique pour la sécurité qui ont les caractéristiques suivantes, (Annexe (6)) :

Pompe PM 80/ 3 B

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

A. Données techniques et caractéristiques du groupe électro pompe

$$Q : 25,69 \text{ l/s}$$

$$H : 116 \text{ m}$$

$$\eta : 74,8 \%$$

$$P : 45 \text{ Kw}$$

$$NPSH_r : 3,96 \text{ m}$$

$$n. \text{ poles} : 2$$

$$\text{Fréquence} : 50 \text{ Hz}$$

- Monophasé / Triphasé : 3~
- Puissance moteur P2 : 45 Kw
- Tension : 400 V
- Diamètre refoulement : DN 80 (UNI PN 40)
- Raccord d'aspiration : DN100 (UNI PN8-25)
- N : 2900 Tr/min

La figure (V.7) ci-dessous donne les caractéristiques de la pompe et de la conduite de la station SP2.

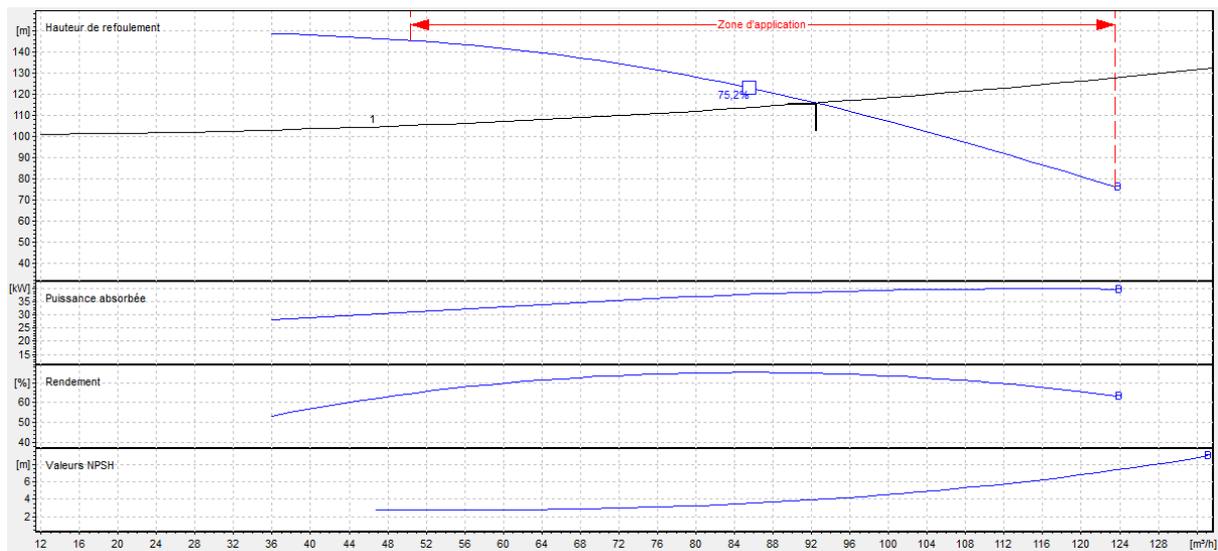


Figure (V.7) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP2.

B. Etude de la cavitation

$$NPSH_r = 3,96 \text{ m}$$

$$NPSH_d = (P_o/w) \pm Ha - (Ja - h)$$

La pompe est même niveau du radier, alors $Ha = 4 \text{ m}$ et $Ja = 0$

$$\begin{aligned} \text{D'ou : } NPSH_d &= 10,33 + 4 - 0,238 \\ &= 14,092 \text{ m} \end{aligned}$$

La condition est vérifiée, $NPSH_d > NPSH_r$ donc la pompe ne Cavite pas.

Avec :

(P_o/w) : Pression en mètre colonne d'eau au point d'aspiration ;

Ha : Hauteur d'aspiration ;

Ja : Les pertes de charge à l'aspiration ;

h : Les pertes de charge en m.

V.6.4. La pompe installée à la station de reprise SP3 tronçon (SP3-R5)**➤ caractéristiques de la conduite**

$$Q = 7,29 \text{ l/s}$$

$$\text{Hmt} = 124,82 \text{ m}$$

$$\text{Hg} = 117,17 \text{ m}$$

$$L = 5295,51 \text{ m}$$

$$(\text{Dint}, \text{Dex}) = (82, 100)$$

➤ Caractéristiques de la pompe

En utilisant le catalogue CAPRARI, on optera pour une multicellulaire à axe horizontal et une autre identique pour la sécurité qui ont les caractéristiques suivantes, (Annexe (7)) :

Pompe HMU40-2/ 5C

- Centrifuge multicellulaire de surface à axe horizontal
- Corps d'aspiration, refoulement et intermédiaires en fonte
- Roues : en alliage de cuivre
- Diffuseurs : en fonte
- Arbre : en acier inoxydable, soutenu par un coussinet monté dans le corps d'aspiration et par les roulements logés dans le palier
- Garniture : à tresse, réglable à faible coefficient de frottement
- Douille de protection de l'arbre en acier inoxydable
- Compensation de la poussée axiale par nervures de renfort sur la face arrière de la roue
- Palier de base avec roulements à bain d'huile

A. Données techniques et caractéristiques du groupe électro pompe

$$Q : 7,34 \text{ l/s}$$

$$H : 126 \text{ m}$$

- η : 70,6 %
- P : 15 Kw
- NPSH r : 2,05 m
- n. poles : 2
- Fréquence : 50 Hz
- Monophasé / Triphasé : 3~
- Puissance moteur P2 : 15 kW
- Tension : 400 V
- Diamètre refoulement : DN40 (UNI PN40)
- Raccord d'aspiration : DN65 (UNI PN16)
- N : 2900 Tr/min

La figure (V.8) ci-dessous donne les caractéristiques de la pompe et de la conduite de la station SP3.

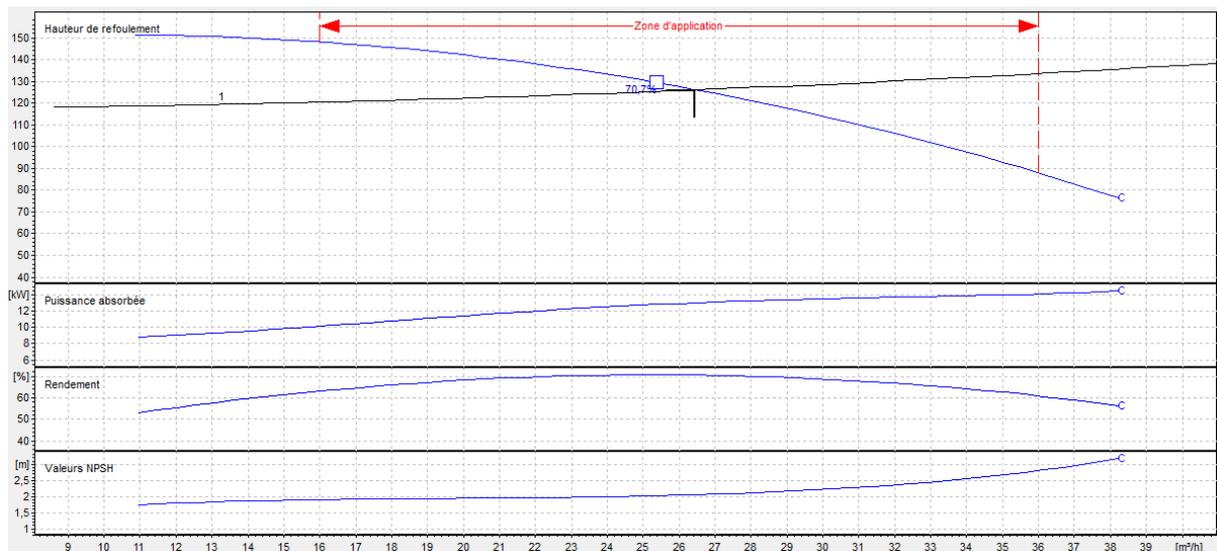


Figure (V.8) : Courbe caractéristique de la pompe et de la conduite de la station SP3.

B. Etude de la cavitation

NPSH r = 2,05 m

$$NPSH d = (P_o/w) \pm Ha - (Ja - h)$$

La pompe est même niveau du radier, alors $Ha = 4$ m et $Ja = 0$

$$\begin{aligned} D'ou : NPSH d &= 10,33 + 4 - 0,238 \\ &= 14,092 \text{ m} \end{aligned}$$

La condition est vérifiée, $NPSH d > NPSH r$ donc la pompe ne Cavite pas.

Avec :

(Po/w) : Pression en mètre colonne d'eau au point d'aspiration ;

Ha : Hauteur d'aspiration ;

Ja : Les pertes de charge à l'aspiration ;

h : Les pertes de charge en m.

V.7. Conclusion

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau (V.2) : Récapitulatif des pompes

Tronçon	Type de pompe	Point de fonctionnement	Cavitation
SP1-SP2	PM 100/ 3 D	(29,44 l/s ; 153 m)	Ne cavite pas
SP2-R1	HMU40-2/ 5B	(7,25 l/s ; 139 m)	Ne cavite pas
SP2-R2	PM 80/ 3 B	(25,69 l/s ; 116 m)	Ne cavite pas
SP3-R5	HMU40-2/ 5C	(7,34 l/s ; 126 m)	Ne cavite pas

Chapitre VI

Protection

contre le

coup de

bélier

VI.1. Introduction

Le coup de bélier est un phénomène transitoire provoqué par la mise en marche ou l'arrêt d'une pompe, fermeture ou ouverture brusque d'une vanne. Il provoque une propagation d'onde et une oscillation en masse de l'eau à l'intérieur de la conduite. Il est à l'origine de variation importante de la pression qui peut être supérieur à la pression nominale de la conduite, soit inférieur à la pression atmosphérique. C'est un désordre qu'on ne peut pas supprimer mais qu'il faut contrôler afin qu'il reste dans les limites de prise en charge par l'installation.

VI.2. Causes du phénomène

Les causes les plus fréquentes provoquant le phénomène sont [7] :

- ❖ Fermeture instantanée d'un robinet-vanne placé au bout d'une conduite d'adduction ;
- ❖ Arrêt brutal par disjonction inopinée d'un ou des groupes de pompes alimentant une conduite de refoulement débitant dans un réservoir ;
- ❖ Démarrage d'un groupe électropompe à vanne ouvert ;
- ❖ Démarrage ou arrêt d'une pompe débitant dans une conduite déjà alimentée.

VI.3. Moyens de protection contre le régime transitoire

La protection d'une conduite en écoulement gravitaire peut être obtenue généralement d'une manière satisfaisante en imposant une vitesse d'ouverture et de fermeture des vannes suffisamment lente afin de limiter les surpressions et dépressions éventuelles à des valeurs raisonnables.

Toutefois, en présence d'une station de pompage, il est plus difficile de contrôler l'ampleur du phénomène étant donné que l'arrêt des pompes peut se produire subitement, par suite d'une interruption du courant qui alimente les moteurs électriques.

Afin de limiter les variations de la pression dans les conduites, les appareils anti-bélier devront avoir pour effet de limiter la dépression ainsi que la surpression.

Les dispositifs les plus utilisés sont :

- Les volants d'inertie;
- Les soupapes de décharge ;
- Les ventouses ;

- Les réservoirs d'air ;
- Les cheminés d'équilibre ;
- Vanne de fermeture lente.

VI.4. Etude du coup de bélier

L'étude consiste à calculer les surpressions et les dépressions dans les différents tronçons des conduites de refoulement, et vérifier que ces valeurs ne dépassent pas la valeur de la pression de service. [7]

✚ La valeur du coup de bélier

La célérité des ondes est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{K \times D}{e}}} \quad (\text{VI.1})$$

Avec :

- K : Coefficient dépendant de la nature de la conduite ;
- D : Diamètre intérieur de la conduite (mm) ;
- e : Epaisseur de la conduite (mm).

Où :

- K = 83 pour le PEHD et 0,6 pour fonte ductile.

➤ 1^{er} Cas : Fermeture brusque

La fermeture brusque est caractérisée par un temps T, tel que : $T < \frac{2 \times L}{a}$.

La valeur maximale du coup de bélier est :

$$B = \frac{a \times V_0}{g} \quad (\text{VI.2})$$

Avec :

- B : La valeur du coup de bélier (m) ;
- a : La célérité de l'onde (m/s) ;
- V₀ : Vitesse d'écoulement en régime permanent initiale (m/s) ;
- g : Accélération de la pesanteur (m/s²).

♦ La valeur maximale de la pression-surpression est :

$$H_s = Z_0 + B \quad (\text{VI.3})$$

♦ La valeur maximale de la pression-dépression est :

$$H_d = Z_0 - B \quad (\text{VI.4})$$

Où :

- Z_0 : La pression absolue au point le plus haut de la conduite, telle que :

$$Z_0 = H_g + 10 \quad (\text{VI.5})$$

Avec :

- H_g : Hauteur géométrique de refoulement ;
- 10 : Pression atmosphérique ;
- Z_0 : Pression absolue de la conduite.

➤ *2^{eme} Cas : Fermeture lente*

La fermeture lente est caractérisée par un temps T tel que : $T > \frac{2 \times L}{a}$.

La valeur maximale du coup de bélier sera calculée par la formule de MICHAUD :

$$B = \frac{2 \times L \times V_0}{g \times T} \quad (\text{VI.6})$$

VI.5. Calcul des valeurs du coup de bélier pour les différents tronçons

Les valeurs numériques du coup de bélier pour chaque tronçon sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau (VI.1) : Calcul de la valeur maximale du coup de bélier

Tronçons	Type Adduction	Caractéristiques des conduites					calcul du coup de bélier							
		DN (mm)	Dint (mm)	e (mm)	L (m)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	H ₀ (m)	a (m/s)	T (s)	B (m)	H _s (m)	H _d (m)	PN (bar)
S-SP1	Gravitaire	75	58,2	8,4	20,00	1,17	1,22	11,22	396,52	0,10	47,29	58,51	-36,07	16
SP1-SP2	Refoulement	200	178	11	1249,35	0,93	146,03	156,03	1232,87	2,03	117,28	273,31	38,75	40
SP2-R1	Refoulement	100	82	9	493,26	0,62	136,49	146,49	1306,58	0,76	82,58	229,07	63,91	40
SP2-R2	Refoulement	200	178	11	2739,61	0,79	100,85	110,85	1232,87	4,44	99,69	210,54	11,16	40
R2-R3	Gravitaire	100	82	9	2018,03	0,56	81,45	91,45	349,03	11,56	19,92	111,37	71,53	40
R2-R4	Gravitaire	100	82	9	4025,48	0,91	79,23	89,23	1306,58	6,16	121,05	210,28	-31,82	40
R2-SP3	Gravitaire	100	82	9	1628,87	0,74	104,44	114,44	349,03	9,33	26,41	140,85	88,03	40
SP3-R5	Refoulement	100	82	9	5295,51	0,63	117,17	127,17	1306,58	8,11	83,91	211,08	43,26	40
SP3-R6	Gravitaire	63	48,8	7,1	2428,87	0,68	72,71	82,71	397,99	12,21	27,49	110,20	55,22	16

VI.6. Conclusion

D'après les résultats indiqués par le tableau (VI.1), on constate que les conduites ne nécessitent aucune protection contre le phénomène du coup de bélier.

Chapitre VII
Distribution

VII.1. Introduction

Après avoir évalué les besoins en eau d'une agglomération quelconque, on doit faire le choix convenable du réseau pour distribuer l'eau aux différentes catégories de consommateurs recensés au niveau de l'agglomération. Le but de la mise en place de ce dernier est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression. Pour cela, les différents tronçons des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimums et ils seront dimensionnés en conséquence.

Dans ce présent chapitre, on prévoit de dimensionner le réseau de distribution en eau potable de la localité GARET, en exploitant le logiciel EPANET.

VII.2. Classification des réseaux de distribution

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types de réseau de distribution dont [8] :

- ✓ Réseau ramifié ;
- ✓ Réseau maillé ;
- ✓ Réseau étagé.

VII.3. Conception d'un réseau de distribution

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons [8] :

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

VII.4. Choix du type de matériaux

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

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

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

VII.5. Description des réseaux de distribution

La distribution en eau potable de la zone d'étude se fera par gravité. Vu le caractère rural de la localité, le relief du terrain qui est accidenté et aussi la dispersion des habitations.

L'ossature des réseaux seront ramifiés d'un linéaire total de **53534,06** m comme représenté dans les figures (VII.1 - 13) ci-dessus :

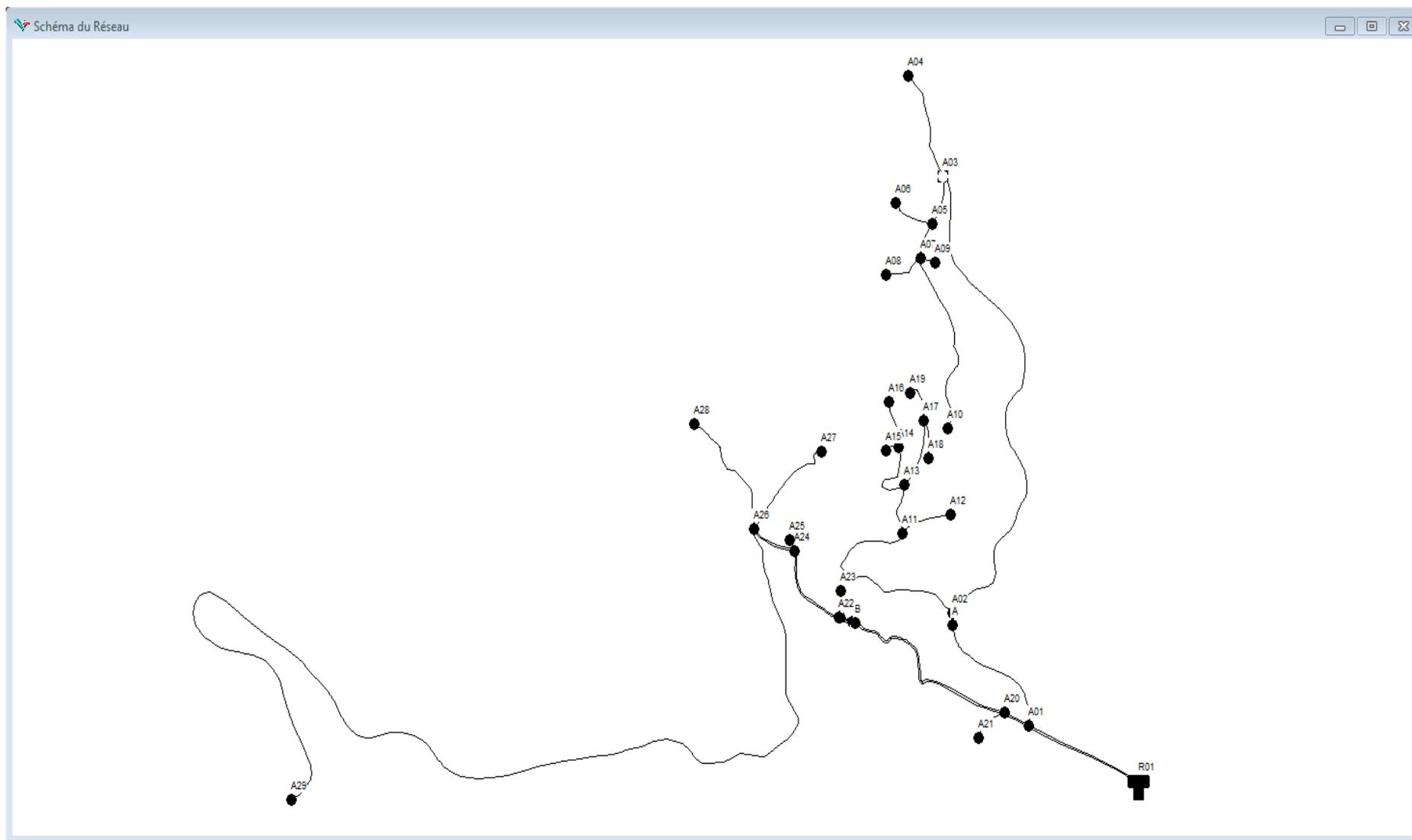


Figure (VII.1) : Schéma descriptif de la distribution du village Ivarissen

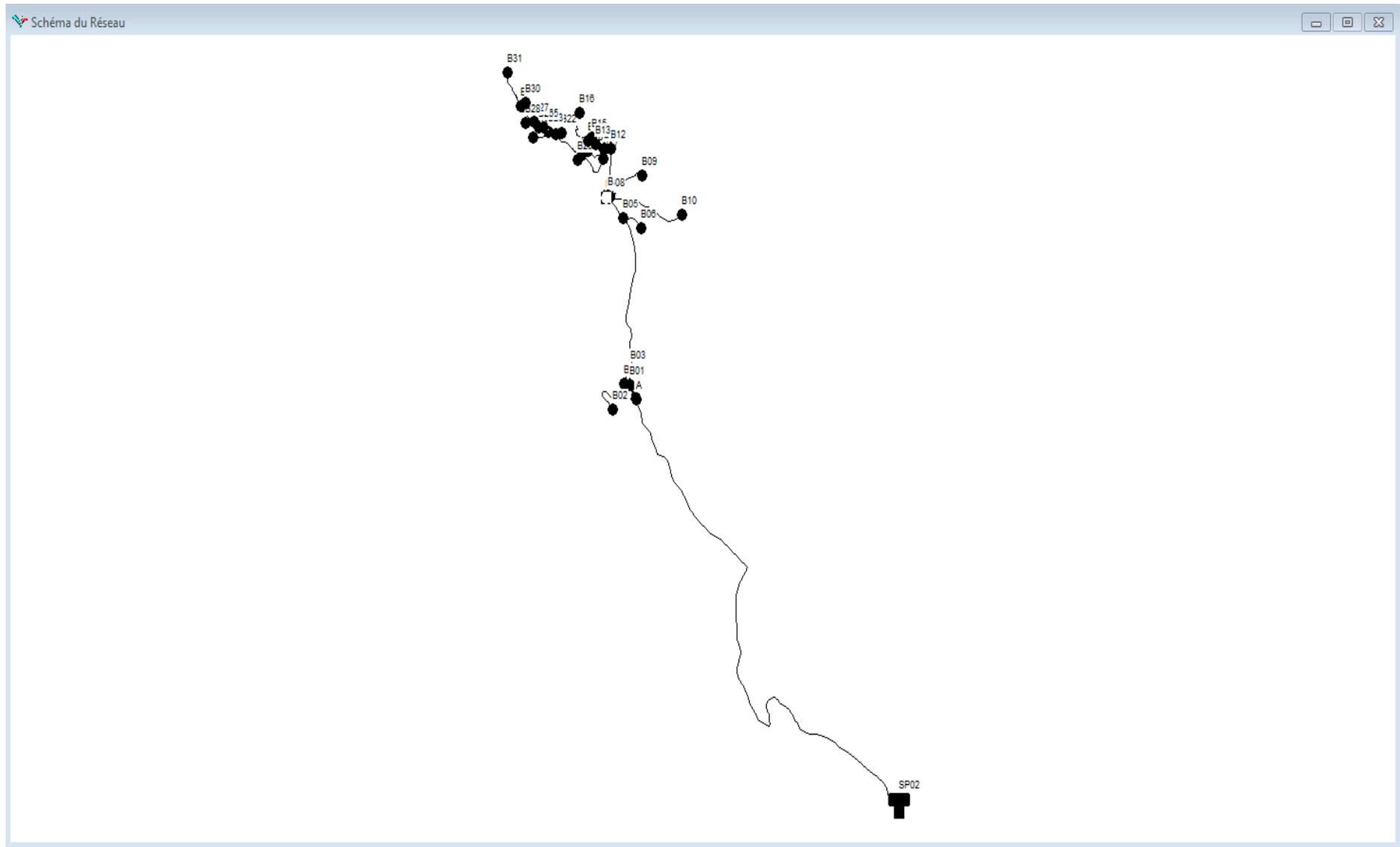


Figure (VII.2) : Schéma descriptif de la distribution du village Slim

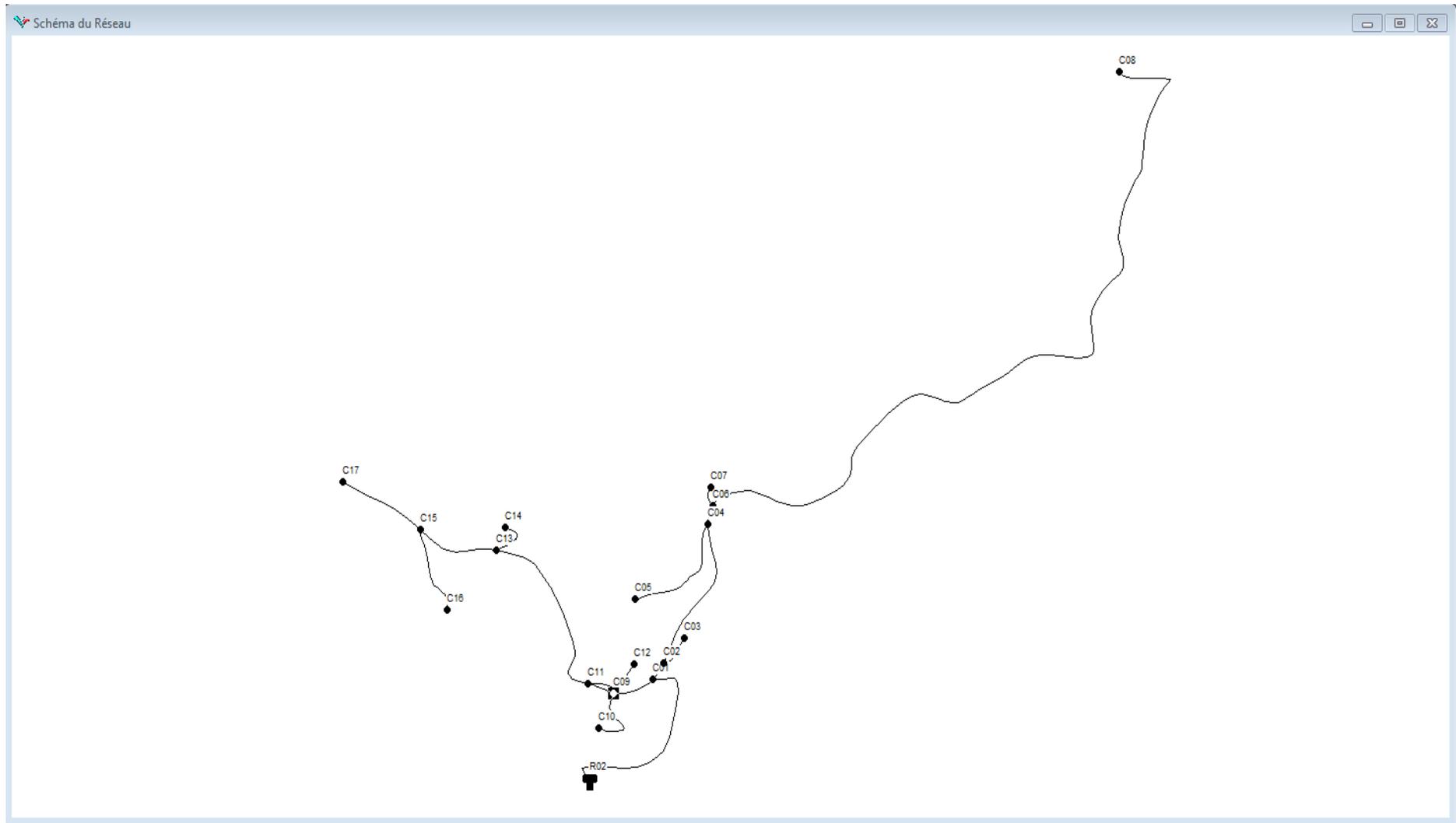


Figure (VII.3) : Schéma descriptif de la distribution du village Lekhmis

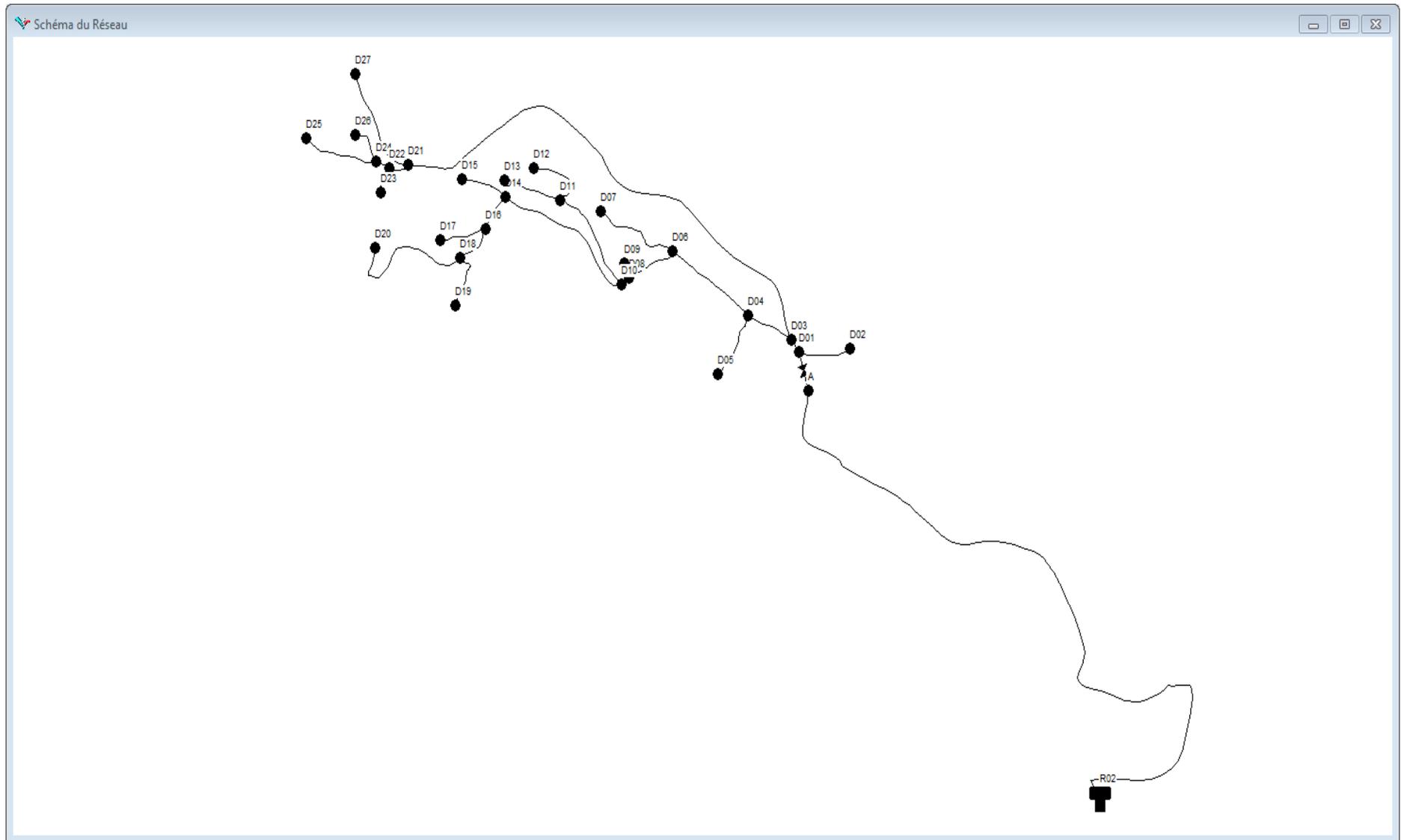


Figure (VII.4) : Schéma descriptif de la distribution du village Thaourirt

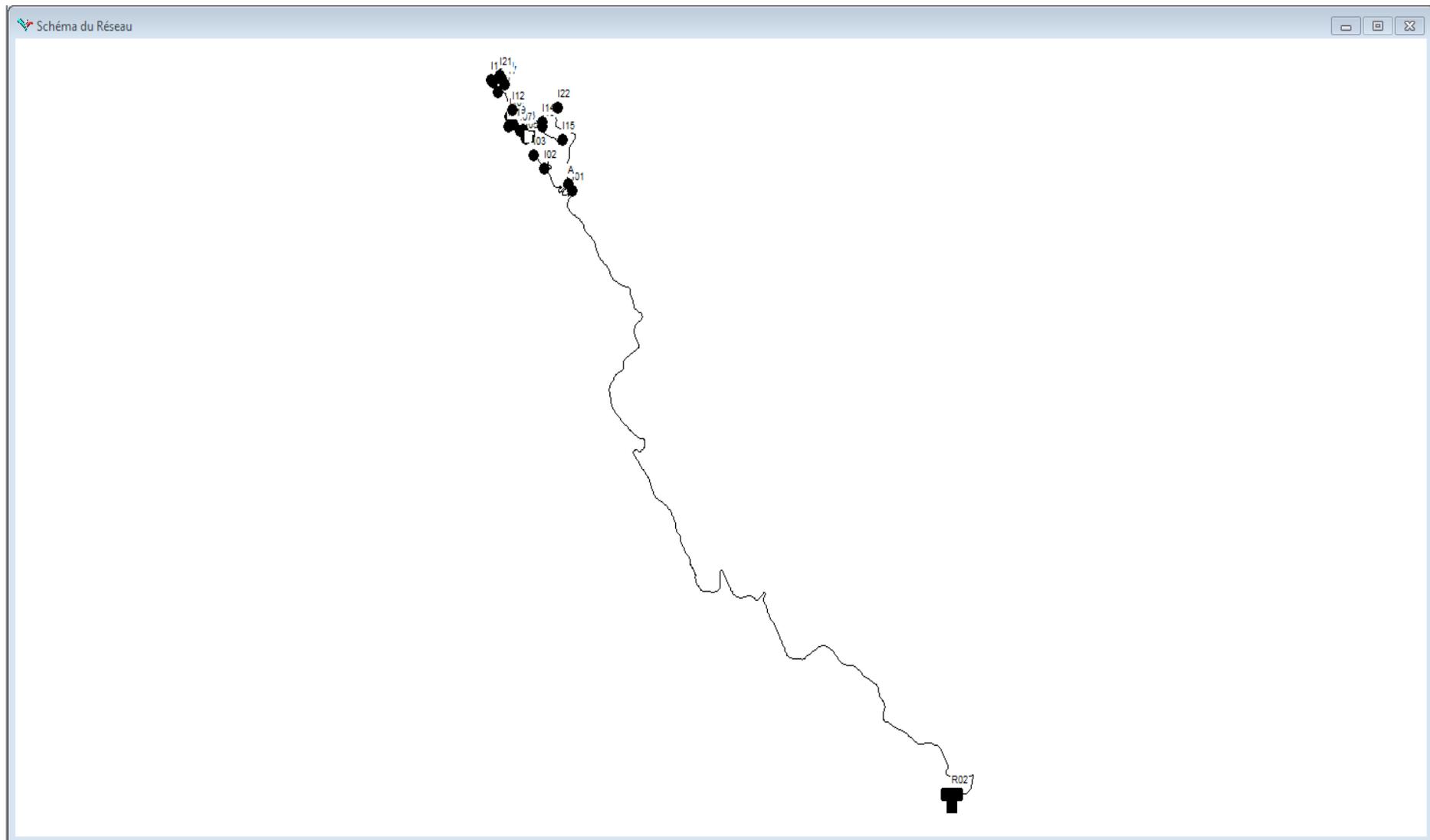


Figure (VII.5) : Schéma descriptif de la distribution du village Ichakfiwen

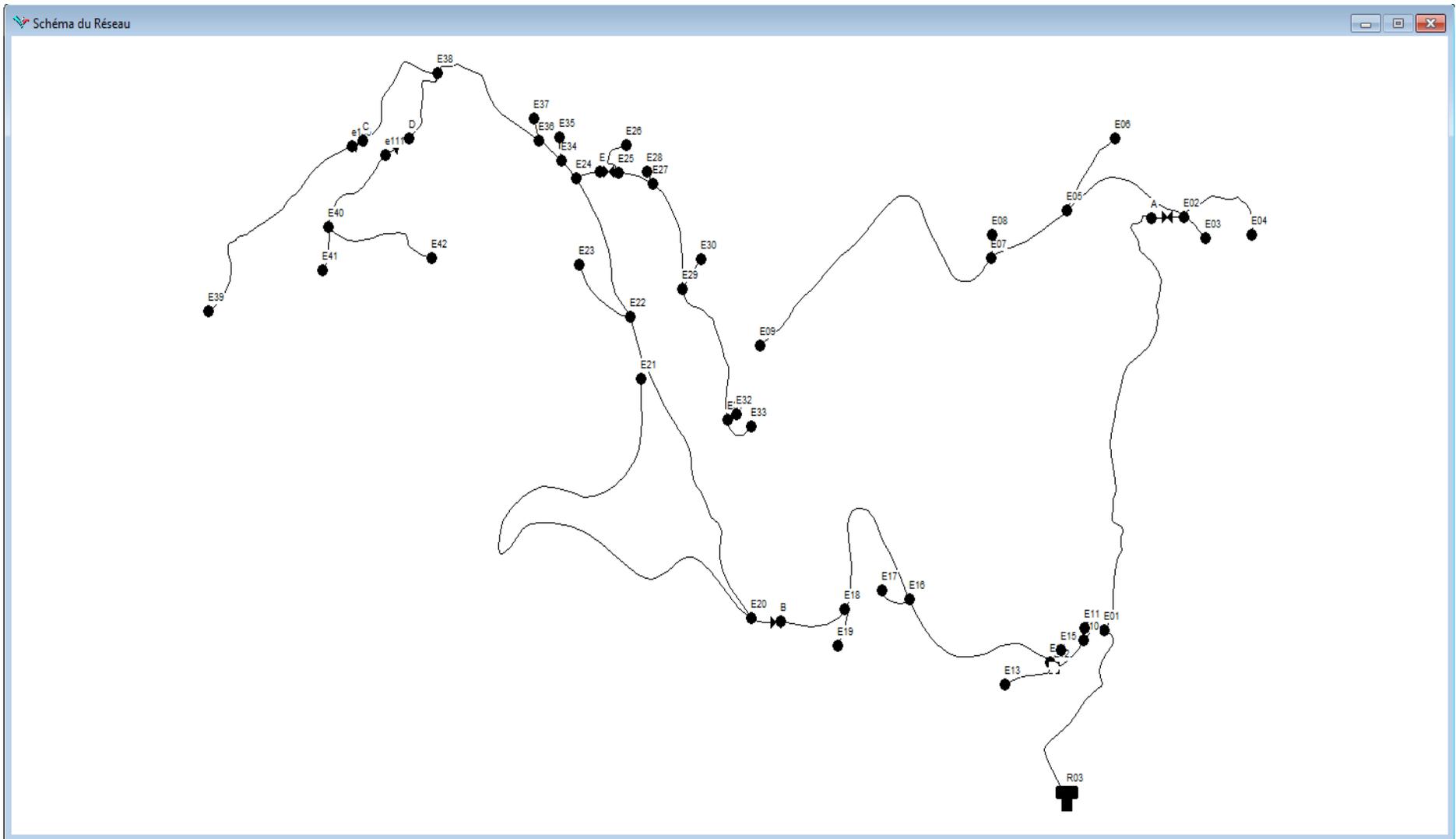


Figure (VII.6) : Schéma descriptif de la distribution des villages *T. ougueni*

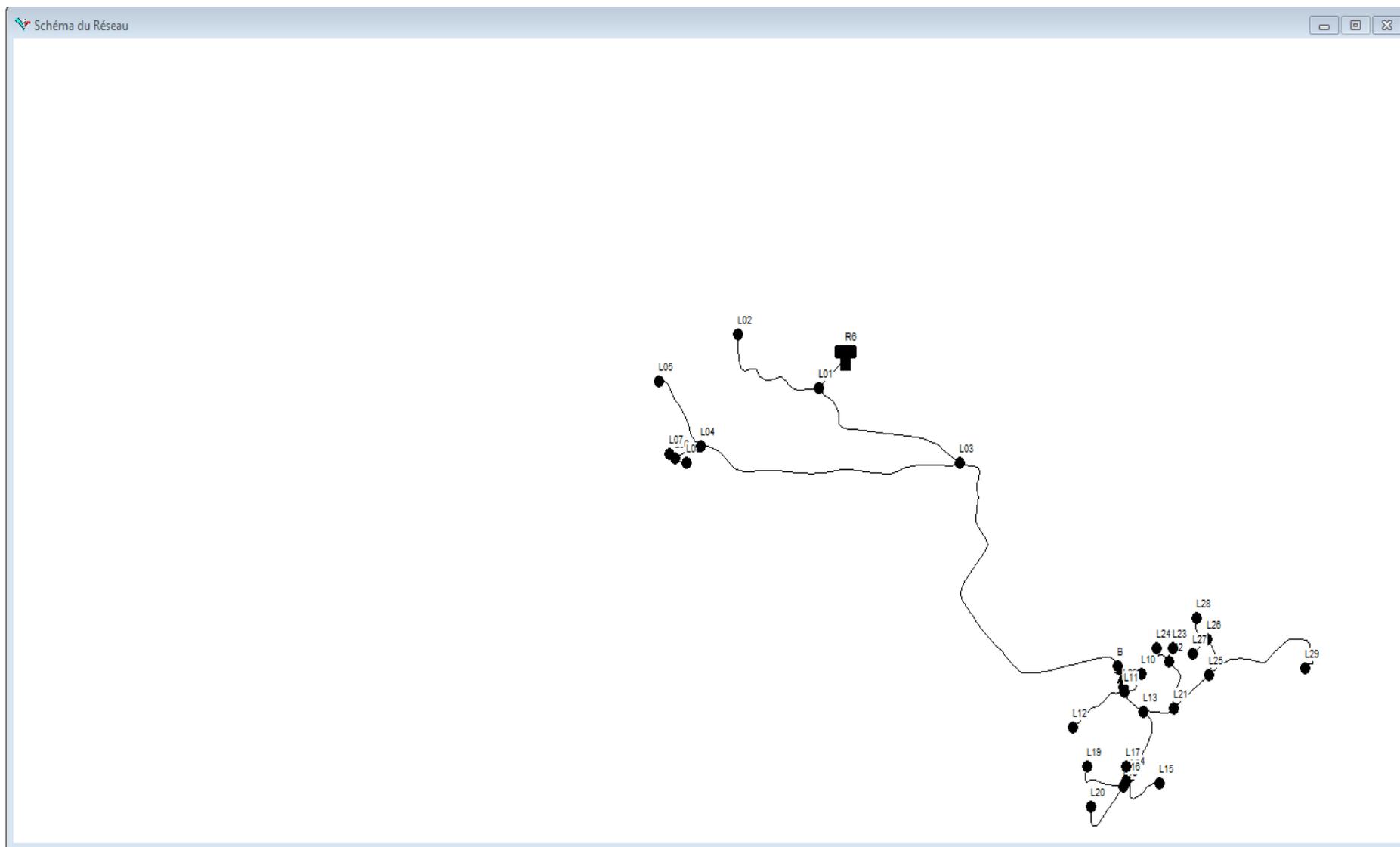


Figure (VII.7) : Schéma descriptif de la distribution du village Thivila

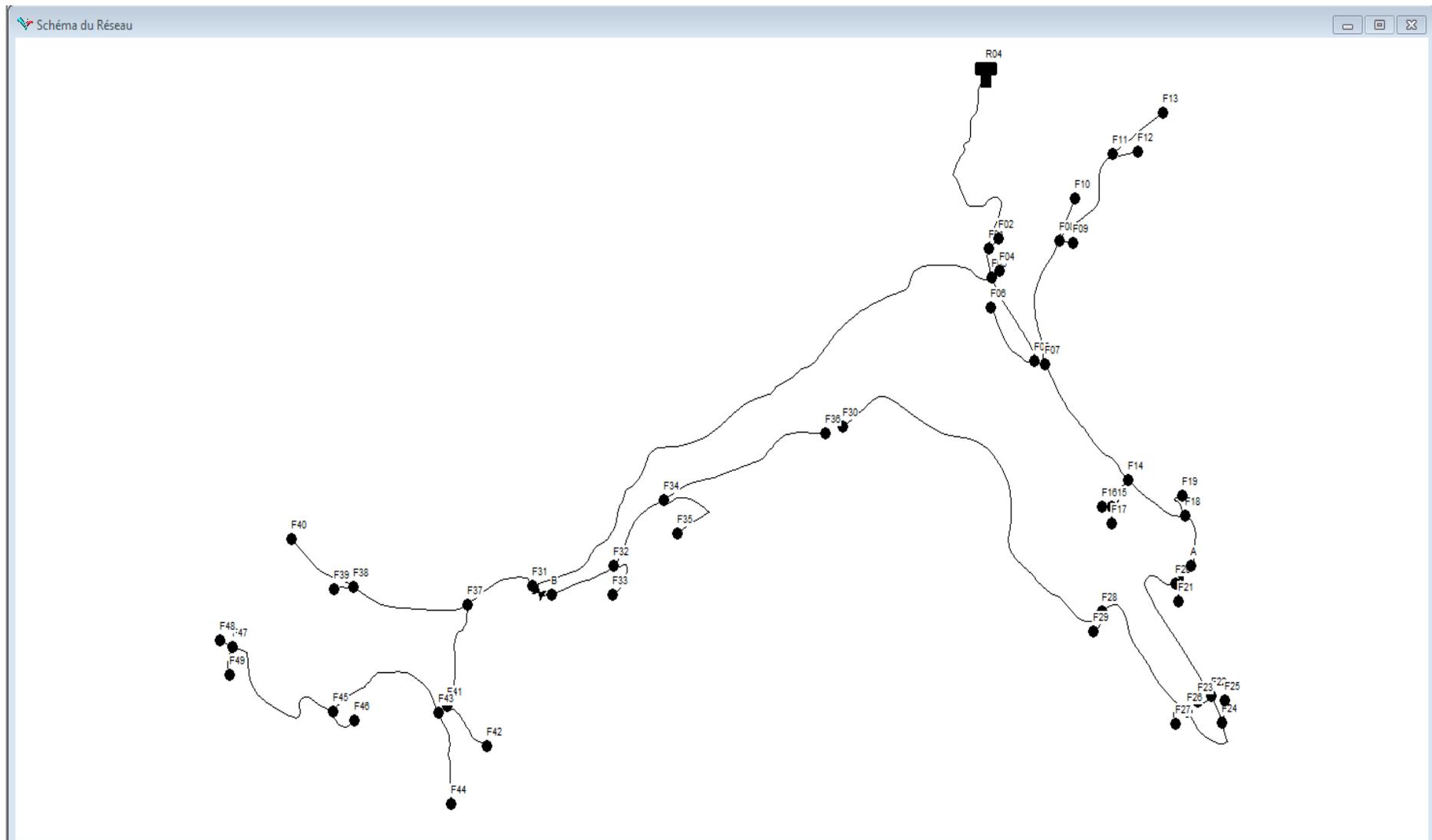


Figure (VII.8) : Schéma descriptif de la distribution des villages T.Mahrane , T.Imzir, Aguemoune

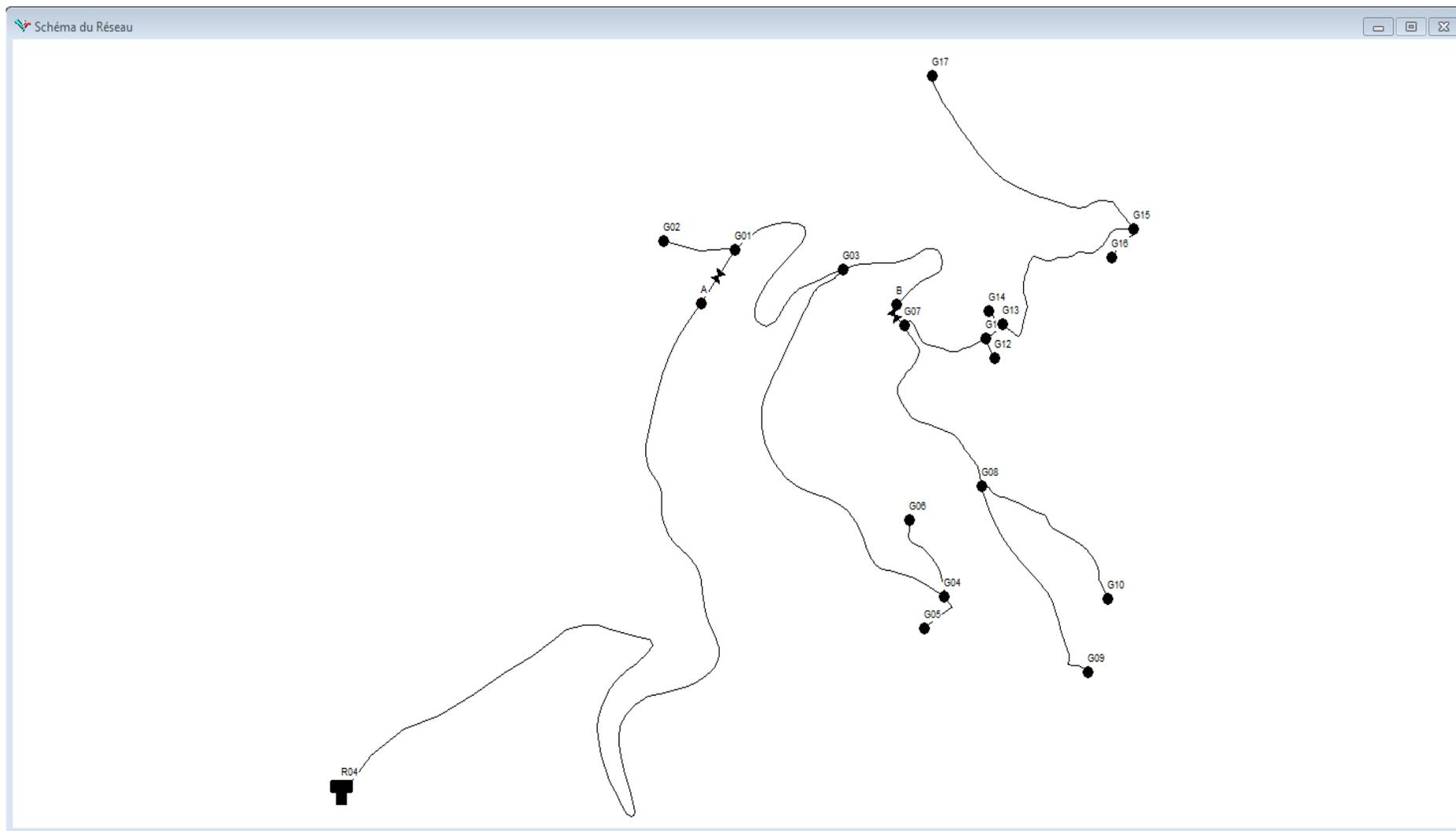


Figure (VII.9) : Schéma descriptif de la distribution du village Ihdaden

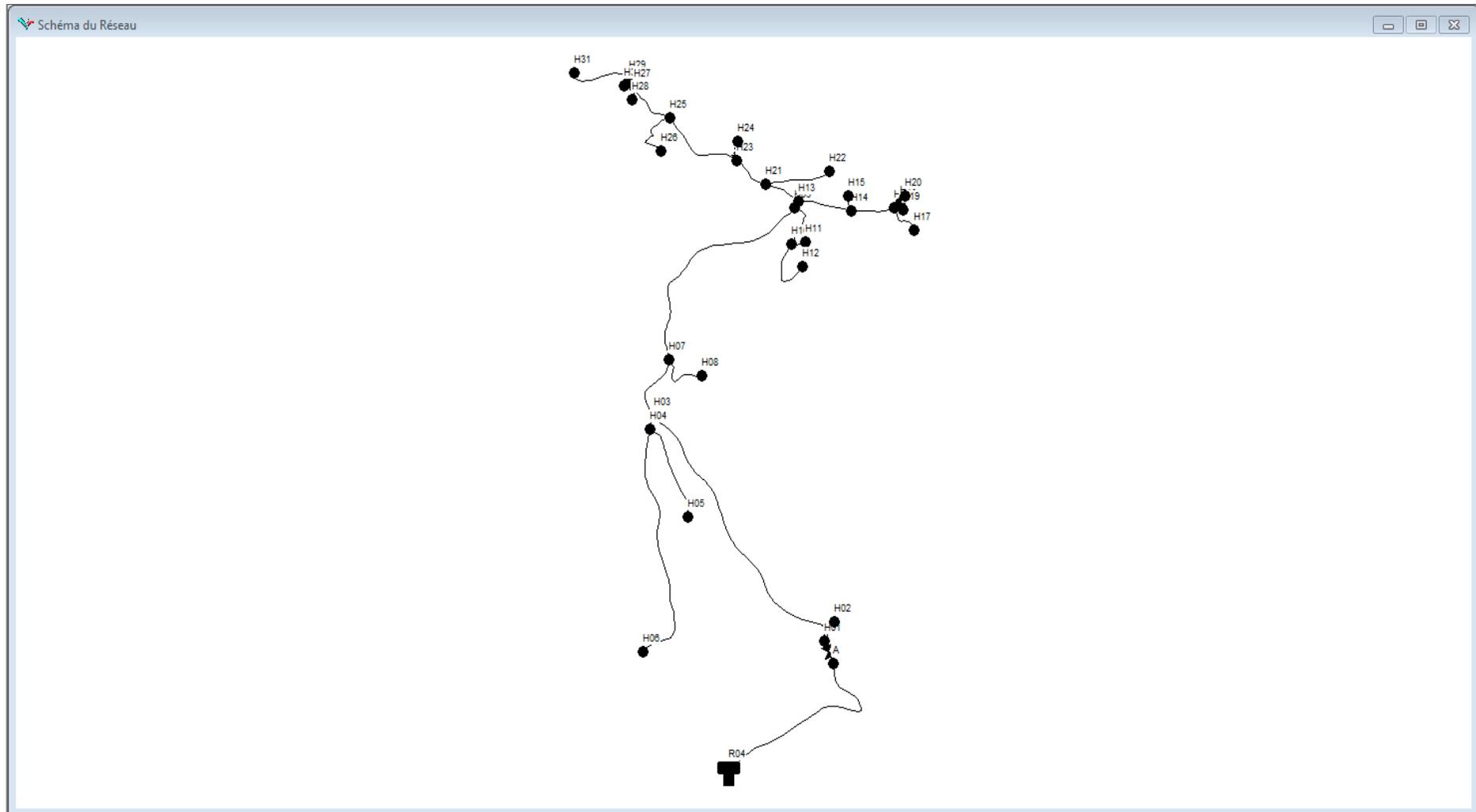


Figure (VII.10) : Schéma descriptif de la distribution du village Ibouhatmen

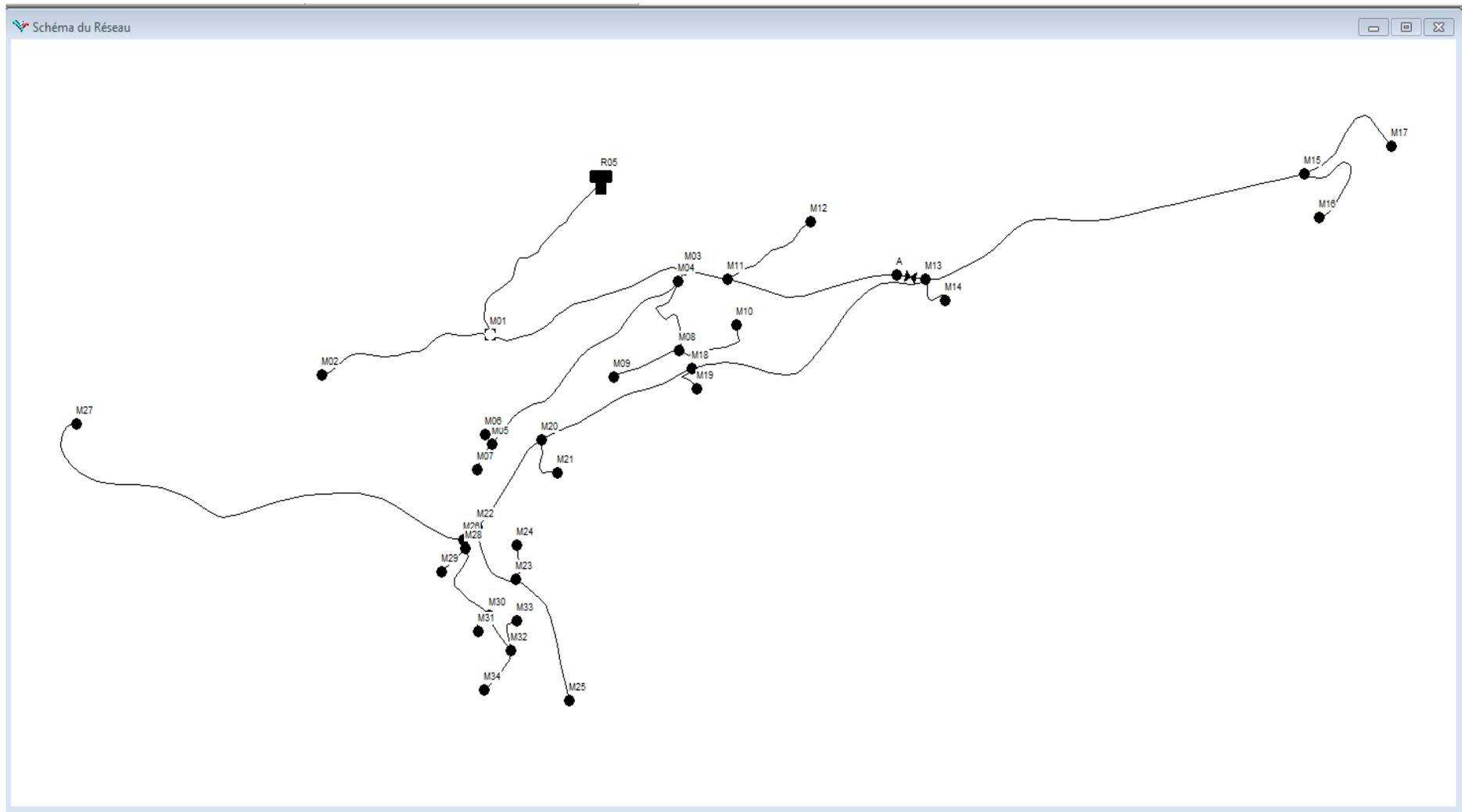


Figure (VII.11) : Schéma descriptif de la distribution du village Ait smail

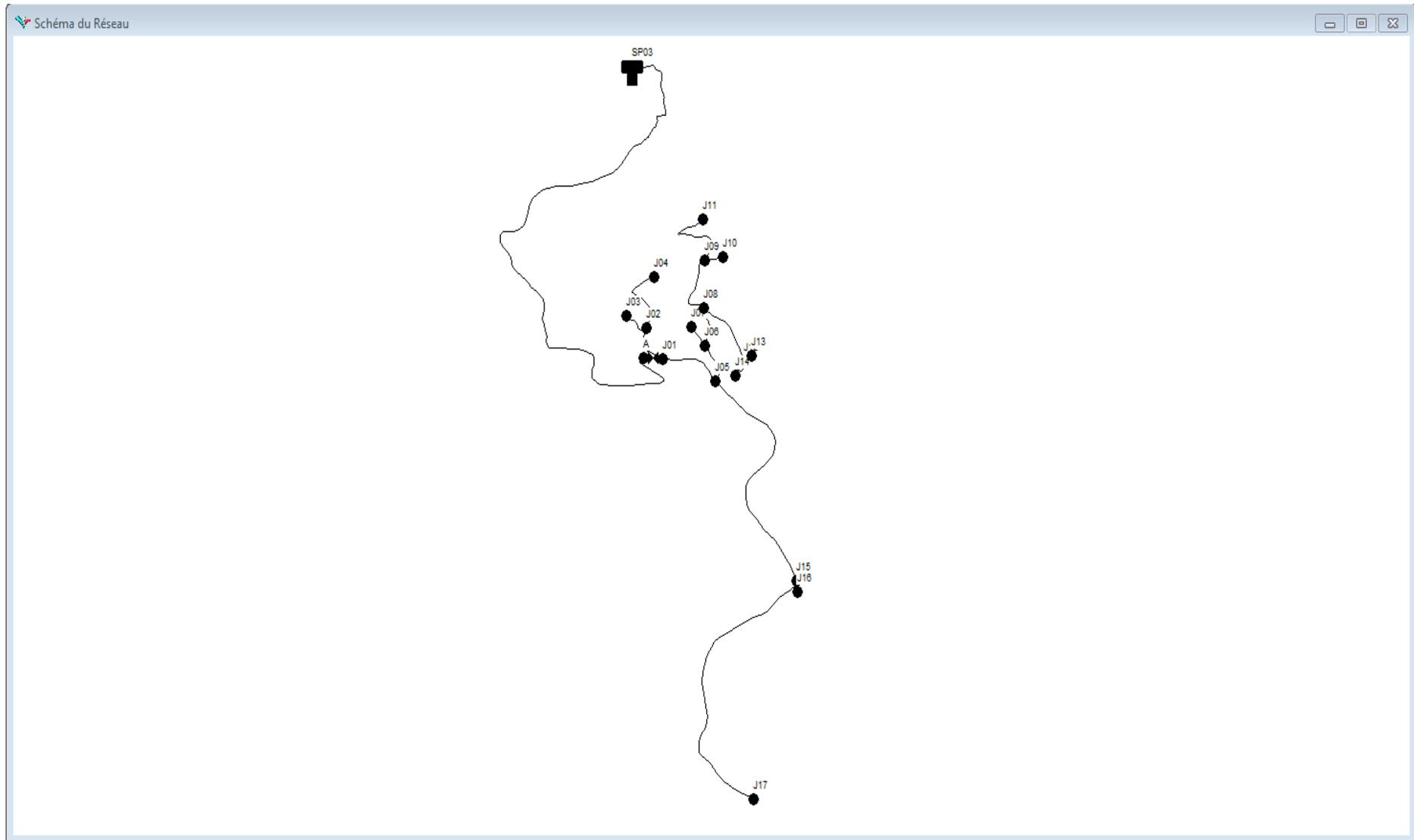


Figure (VII.12) : Schéma descriptif de la distribution des villages Akham lghers ,T.ougdal

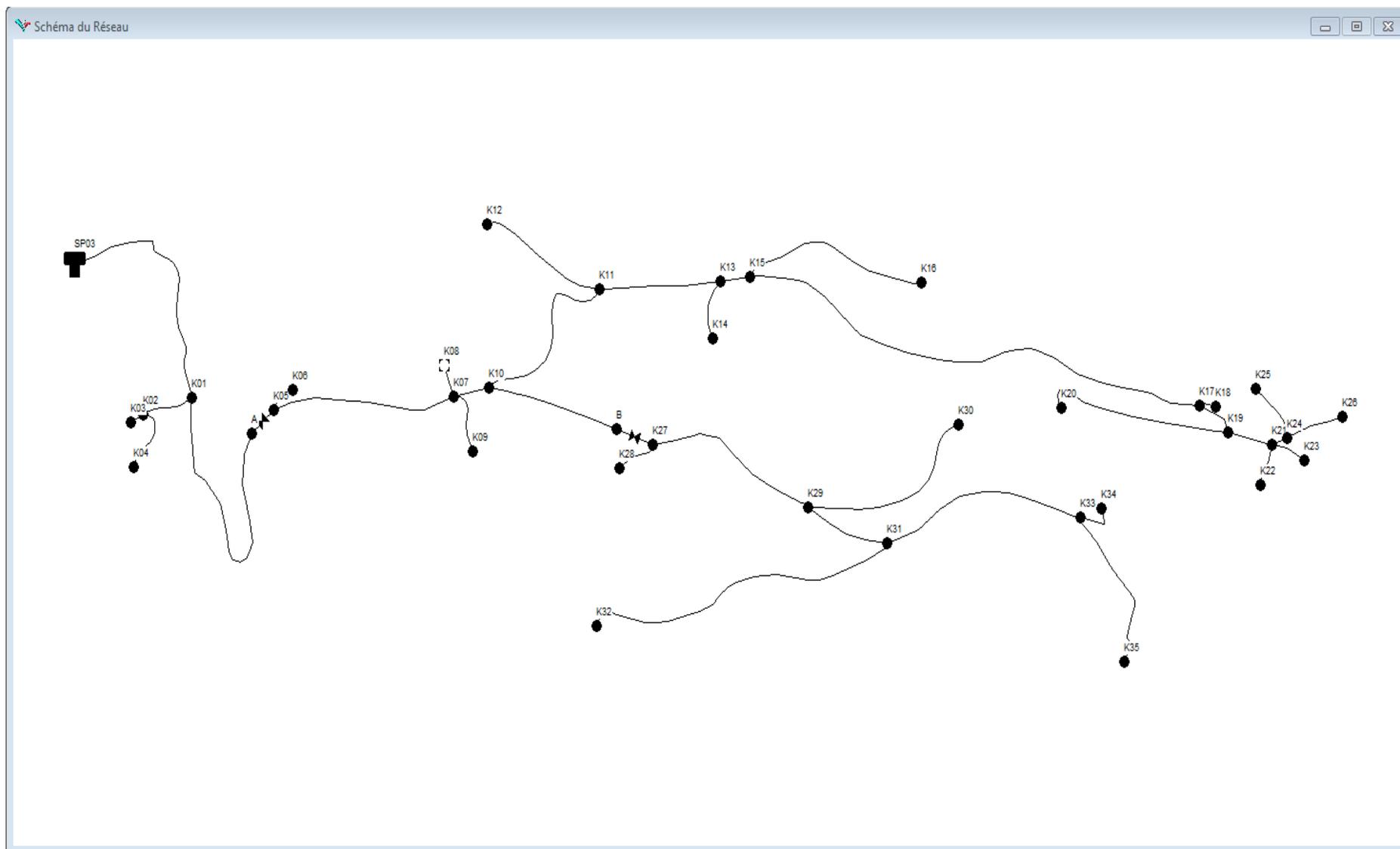


Figure (VII.13) : Schéma descriptif de la distribution des villages Ait yusef , Ait sisi Ahmed

VII.6. Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement du réseau de distribution a pour but de réaliser des canalisations qui devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, une vitesse admissible de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles[8].

VII.6.1. Détermination des débits du réseau

Le système de distribution avec un réservoir de tête est caractérisé par deux cas :

- cas de pointe ;
- cas de pointe plus incendie.

Vu les caractéristiques de la zone et la valeur du débit de pointe on va procéder pour le cas de pointe.

VII.6.1.1. Débit spécifique

Pour le calcul on admet que l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur du réseau de distribution [5].

$$Q_s = Q_p / \sum L_i \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

- Q_s : Débit spécifique (l/s) ;
- Q_p : Débit de pointe (l/s) ;
- L_i : La longueur du tronçon i (m).

VII.6.1.2. Débit de route

Le débit de route de chaque tronçon est un débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante [5] :

$$Q_r = Q_s \times L_{ij} \quad (\text{VII.2})$$

Avec :

- Q_r : Débit de route (l/s) ;
- Q_s : Débit spécifique (l/s) ;
- L_i : La longueur du tronçon (i-j) (m).

VII.6.1.3. Débit aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante [5] :

$$Q_n = 0,5 \sum Q_r + \sum Q_c \quad (\text{VII.3})$$

Avec :

- Q_n : Débit au nœud en (l/s) ;
- Q_c : Débit concentré au nœud en aval en (l/s).

VII.6.2. Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge linéaires sont déterminées à partir de la formule de DARCY-WEISBACH :

$$H_L = J \times L = \lambda \times L \times \frac{V^2}{2 \times g \times D_n} \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

- V : est la vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s) ;
- g : l'accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) ;
- L : longueur de la conduite (m) ;
- D : diamètre intérieur de la conduite (m) ;
- λ : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge), donné par la formule de COLEBROOK.

✓ Régime turbulent rugueux

Il est donné par la formule de NIKURADAZI :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \times \ln\left(\frac{K}{D}\right))^2 \quad (\text{VII.5})$$

✓ Régime transitoire

Il est donné par la formule de COLEBROOK :

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) = -2 \times \log \times \left[\left(\frac{K}{3,71 \times D}\right)\right] + (2,51 \times (Re \times \sqrt{\lambda})) \quad (\text{VII.6})$$

Avec :

- K : La rugosité absolue, elle représente la hauteur moyenne des aspérités de la surface des parois en contact avec l'eau ;
- D : Le diamètre du tuyau (m) ;
- Re : Le nombre de REYNOLDS donné par la formule suivante :

$$Re = (V \times D)/\nu \quad (\text{VII.7})$$

Où :

- ν : Viscosité cinématique de l'eau.

VII.6.3. Calcul des pressions

Connaissant les cotes des différents extrémités des différents tronçons de notre réseau, ainsi que leurs pertes de charge, nous pouvons déterminer les pressions exercées au sol, telle que :

$$P_j = C_{pj} - C_{tj} \quad (\text{VII.8})$$

Avec :

- P_j : La pression au sol du point considéré (m) ;
- C_{pj} : La cote piézométrique du même point considéré (m) ;
- C_{tj} : La cote du terrain du point considéré (m)

La cote piézométrique est donnée par la formule suivante :

$$C_{pj} = C_{pi} - H_{l(ij)} \quad (\text{VII.9})$$

Avec :

- C_{pi} : La cote piézométrique du point i (m) ;
- $H_{l(ij)}$: La perte de charge dans le tronçon ij, l'écoulement s'effectue de i vers j (m).

VII.6.4. Calcul de la vitesse

La vitesse est donnée par la formule :

$$V = \left[\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \right] \quad (\text{VII.10})$$

Avec :

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

Remarque : Les résultats de calcul sont indiqués dans les annexes (8, 9, 10).

VII.9. Simulation du réseau

Elle est effectuée à l'aide du logiciel EPANET qui est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique, et également d'un point de vue qualité de l'eau.

On fait entrer les débits nœuds et les altitudes, ainsi que la longueur et les diamètres pour chaque conduites. Après on lance la simulation du réseau et on vérifie les vitesses dans les conduites et les pressions aux nœuds. La figure (VII.14) est un exemple de simulation.

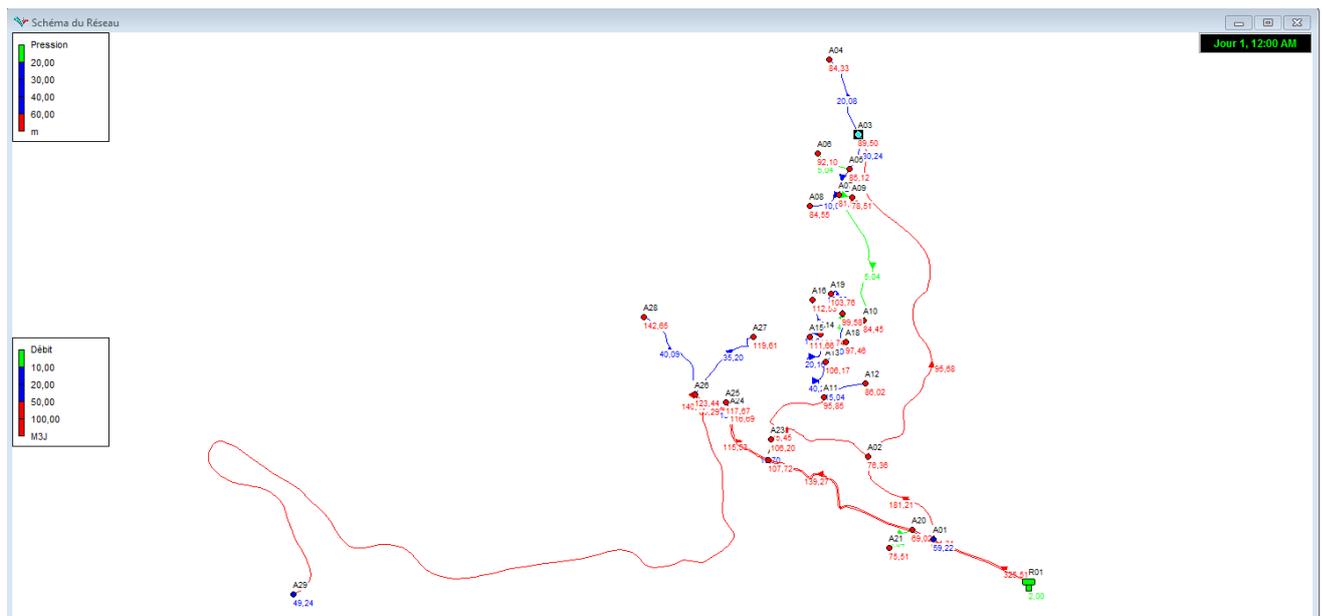


Figure (VII.14) : Simulation du réseau Ibarissen

VII.10. Affichage des résultats

Tableau (VII-1) : Récapitulatif des résultats de simulation du réseau Ivarissen

Diamètre intérieur (mm)	Vitesse (m/s)	Pression (m)
73,6	0,84	58,87
51,40	0,97	30,00
51,40	0,74	43,65
40,80	0,83	39,34
32,60	0,98	39,27
20,40	0,63	46,25
26,00	0,66	36,11
20,40	0,18	38,70
20,40	0,89	32,66
20,40	0,36	38,61
20,40	0,18	50,58
20,40	0,18	41,10
20,40	0,45	61,12
26,00	0,83	66,69
20,40	0,71	66,60
20,40	0,45	67,48
20,40	0,36	54,96
20,40	0,36	52,94
20,40	0,10	59,14
20,40	0,36	68,59
20,40	0,18	75,05
51,40	0,71	30,00
20,40	0,56	28,48
40,80	0,92	39,47
20,40	0,54	40,46
40,80	0,65	46,44
26,00	0,72	43,06
26,00	0,73	67,30
51,40	0,78	49,24

VII.11. Conclusion

A travers ce chapitre nous avons dimensionné le réseau de distribution de la zone d'étude dont le réseau est du type ramifié. Suite aux calculs des différents débits (Q_p , Q_s , Q_r et Q_n) et à l'aide du logiciel EPANET, on introduit les débits et les altitudes de chaque nœud ainsi que la longueur et les diamètres pour chaque conduite. Après avoir lancé la simulation du réseau pour voir son comportement de point de vue vitesse et pression, on a remarqué qu'il se trouve dans certains tronçons des pressions élevées ce qui nous oblige d'installer des réducteurs de pressions. Voir l'annexe (11)

Tableau (VII-2) : Récapitulatif des longueurs des conduites

Conduite	Longueur (m)
Réseau A	5210.01
Réseau B	4649.71
Réseau C	2580.99
Réseau D	3345.94
Réseau E	4492.11
Réseau F	4761.72
Réseau G	2656.54
Réseau H	3554.60
Réseau I	7143.64
Réseau J	4024.42
Réseau K	3108.69
Réseau L	4621.76
Réseau M	3383.93
Total (m)	53534.06



Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Lors de cette étude, il s'est avéré nécessaire de prendre en compte les caractéristiques hydrauliques de la localité Garet (wilaya de Bejaia) et des données démographiques projetées à partir des données existantes et du taux d'accroissement de la population qui est de 1,9 %.

Afin d'établir un diagnostic physique et hydraulique pour le réseau d'alimentation en eau potable existant, on a recommandé les solutions nécessaires pour remédier aux différentes anomalies. Le but est d'assurer le bon fonctionnement du réseau et renforcer ses capacités de stockage et exploiter une nouvelle ressource, aussi dimensionner un nouveau réseau pour satisfaire les besoins à long terme.

Après avoir estimé les différents besoins en eau aux différents horizons, nous avons constaté que ces besoins à long terme (2044), qui sont de **2109,80 m³/j** soit de **24,42 l/s**, sont bien loin d'être satisfaisant par rapport au débit journalier fournit par les trois forages existants dans la zone d'étude qui est de **268,704 m³/j** soit de **3,11 l/s**. Par conséquent, on a un déficit de **21,31 l/s**.

Dans le but de remédier à ce problème, il a été préconisé de renforcer la chaîne d'alimentation en eau potable par la projection d'un forage à Ait yousef, avec un débit d'exploitation de **21,31 l/s**.

Afin d'assurer l'alimentation en eau potable de la zone d'étude, et son adduction par refoulement et gravitairement, nous avons procédé à projeté quatre (04) réservoirs et une (01) station de reprise de divers capacité.

Pour le dimensionnement des conduites par refoulement, nous avons choisi les diamètres les plus économiques avec des vitesses acceptables.

Concernant les matériaux des conduites, nous avons opté pour la **fonte ductile** pour les débits importants et le **Polyéthylène Hautes Densité (PEHD)** pour les petits débits.

Le choix des pompes a été porté sur les pompes centrifuges multicellulaires à axe horizontal vu leur rendement qui est très élevé, avec une pompe et une autre de secours.

Il a été réalisé par le logiciel **CAPRARI** et dans ce cas notre choix est basé sur les pompes qui présentent une puissance minimale et un rendement idéal.

Une vérification du risque d'apparition du phénomène du coup de bélier a été faite. On a constaté que les conduites ne nécessitent aucune protection contre le phénomène du coup de bélier.

Pour ce qui concerne le réseau de distribution, nous avons procédé à la distribution en eau potable pour la zone d'étude avec un linéaire de **53534,06 m**.



Bibliographie

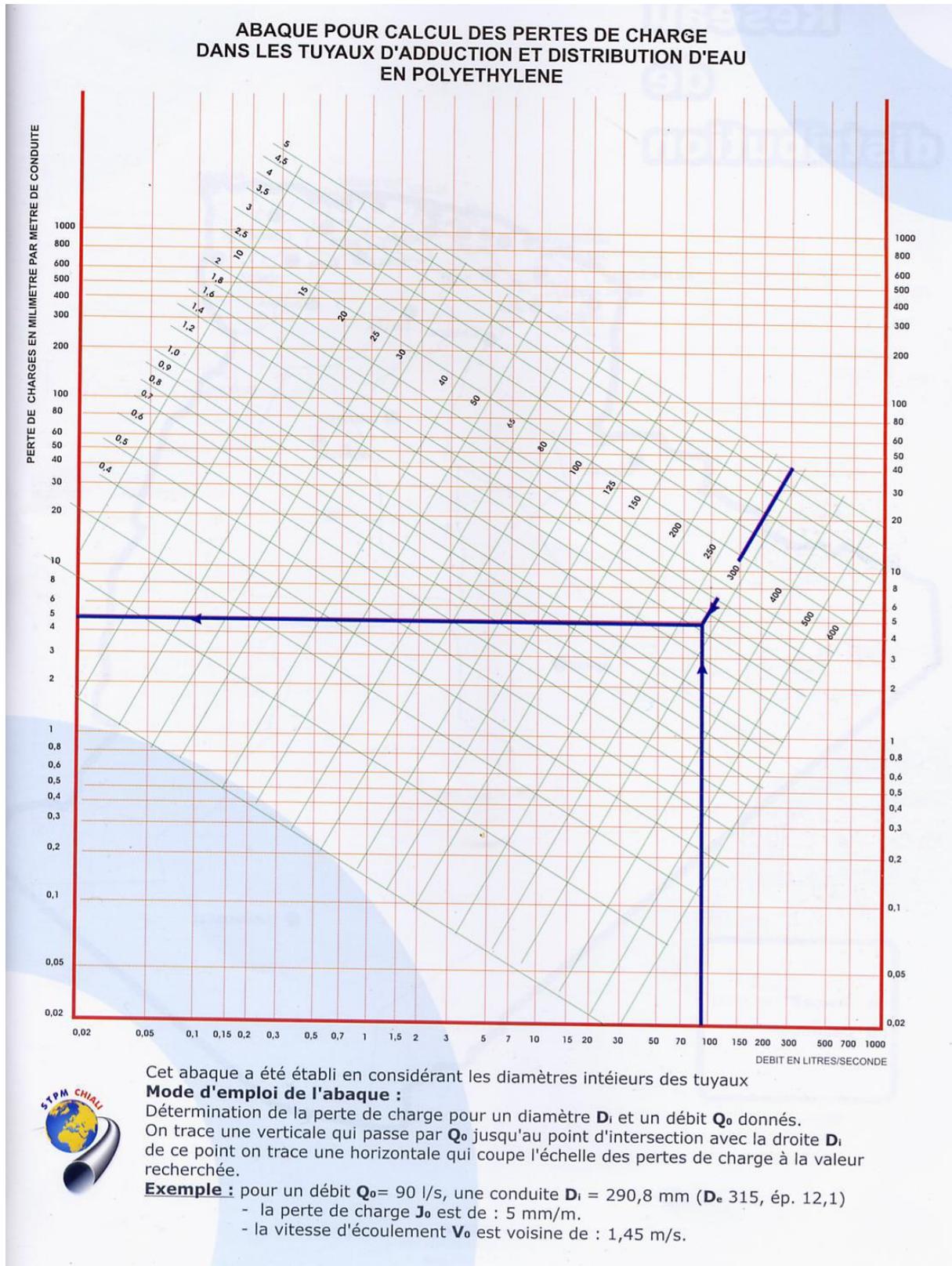
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

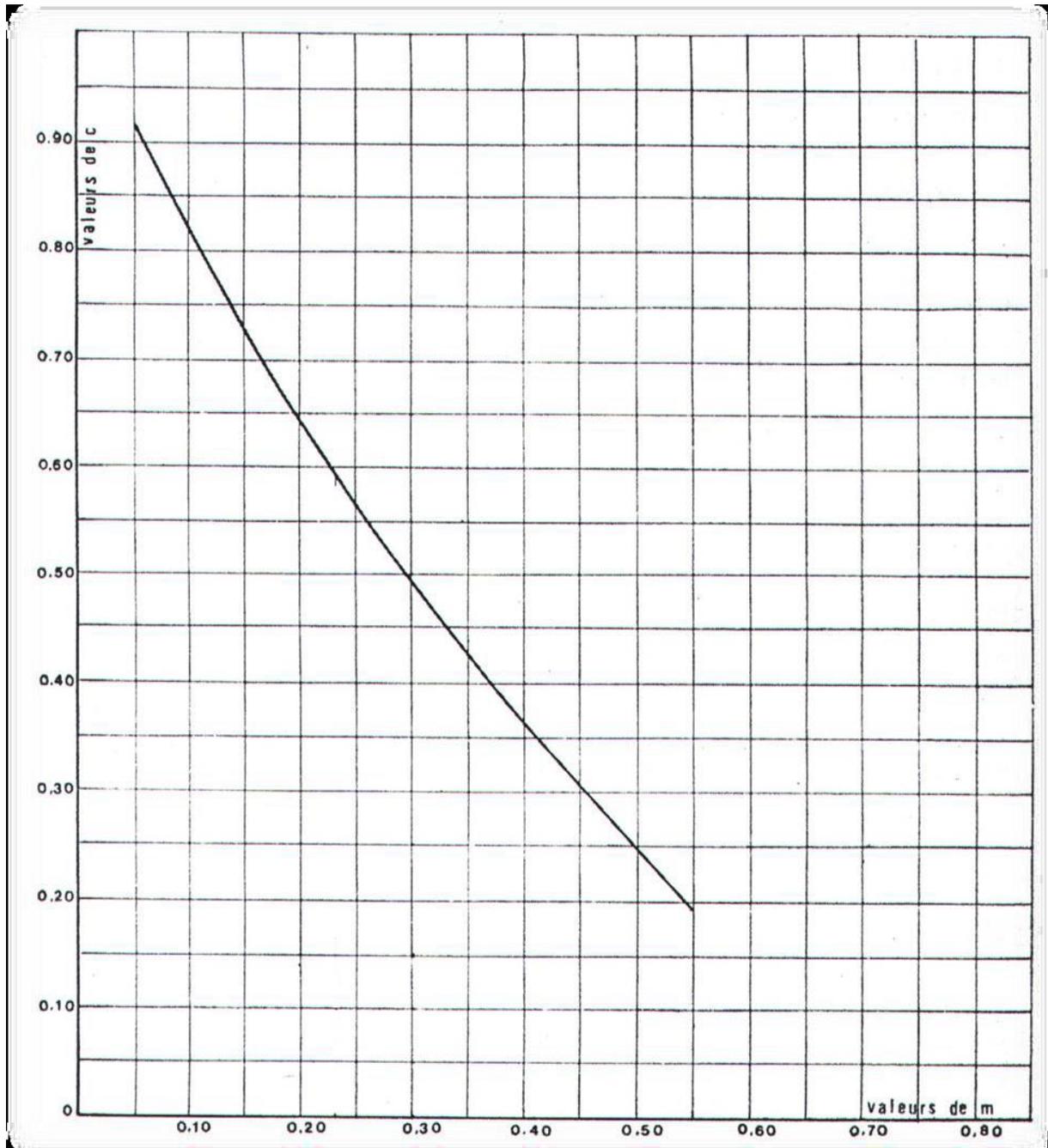
- [1] **Données** : Equipements existants, Service Technique, APC d'El kseur.
- [2] **Données** : Equipements existants normes de consommation, situation hydraulique actuelle, subdivision d'hydraulique d'El kseur.
- [3] **Bonnin, J.** : " Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance ". Edition EYROLLES, 1979.
- [4] **Dupont A** : "Hydraulique urbaine Tome II : Ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux". Edition EYROLLES, Paris, France, 477 pages,1979.
- [5] **BENDAHMANE, B. et OUBELGHA, N.:** " Renforcement de l'AEP de OUADHIAS et de TAGUEMOUNT EL DJEDID à partir de THAKHOUKHT, Wilaya de Tizi-Ouzou". Mémoire de fin d'études, Université de Bejaia, 2007.
- [6] **HAMDAOUI, H. et MARZOUG, K.** : "Raccordement de l'alimentation en eau potable de la commune de Seddouk à partir du transfert Akbou-Bejaia ".Mémoire de fin d'étude, Université de BEJAIA, 2010.
- [7] **GHERBI, F. et KAMLI, D.** : " Etude de la chaine d'adduction de la commune de BARBACHA à partir du piquage Tichy Haf, Wilaya de BEJAIA". Mémoire de fin d'études, Université de BEJAIA, 2015.
- [8] **GOUDJIL, S. et SADELLI, H.** : " Alimentation En Eau Potable Des Localites M'nair I, M'nair Ii, Heddada, Dhamnet El Fhel, Ain Belkacem Et Koudiet El Assa (W. Souk Ahras) ". Mémoire de fin d'études, université de BEJAIA, 2017.
- [9] **NAIT ALI, N. et BOUZIANE, C.** : "Etude de l'adduction des douze villages de TOUDJA, Wilaya de BEJAIA". Mémoire de fin d'études, Université de BEJAIA, 2006.

A horizontal scroll graphic with a blue outline and a white background. The scroll is partially unrolled, with the word "Annexes" written in a bold, black, italicized serif font. The scroll has a small grey circular detail at the top right corner and a small grey circular detail at the bottom left corner.

Annexes

Annexe (02) : Abaque des pertes de charge pour les conduites en PEHD



Annexe (03) : Coefficient de perte de charge c dans une tuyère

Annexe (04) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP1- (SP1- SP2)

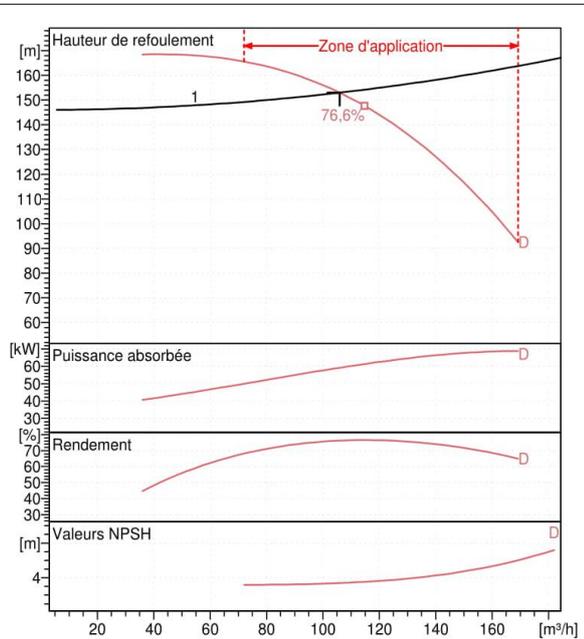


Caractéristiques techniques

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

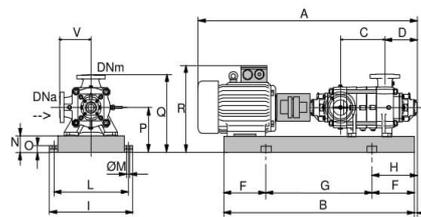
PM 100/ 3 D	
Caractéristiques requises	
Débit	106 m ³ /h
Hauteur de refoulement	153 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	106 m ³ /h
Hauteur de refoulement	153 m
Puissance absorbée	59,2 kW
Rendement	76,3%
Hauteur manométrique H(Q=0)	166 m
Orif. de refoulement	DN 100 (UNI PN40)
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2960 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	75 kW
Intensité nominale	93,5 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	90 °C
Teneur maximum en matières solides	20 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
P2 maxi arbre pompe	232 kW
Caractéristiques générales	
Poids	782 kg

Matériaux	
Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements a billes	Acier
Stuffing box	Fonte
Packing	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement				
ISO 9906 GRADE 2				
Q [m ³ /h]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- Dimensions mm**
- A = 2115
 - B = 1490
 - C = 245
 - D = 293
 - DNa = DN125 (UNI PN8-25)
 - DNm = DN 100 (UNI PN40)
 - E = 200
 - F = 250
 - G = 990
 - H = 450
 - I = 670
 - L = 620
 - M = 20
 - N = 140
 - O = 45
 - P = 420
 - Q = 690
 - R = 860
 - V = 270



Notes:

Date 17.06.2019	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

Annexe (05) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP2- (SP2- R1)

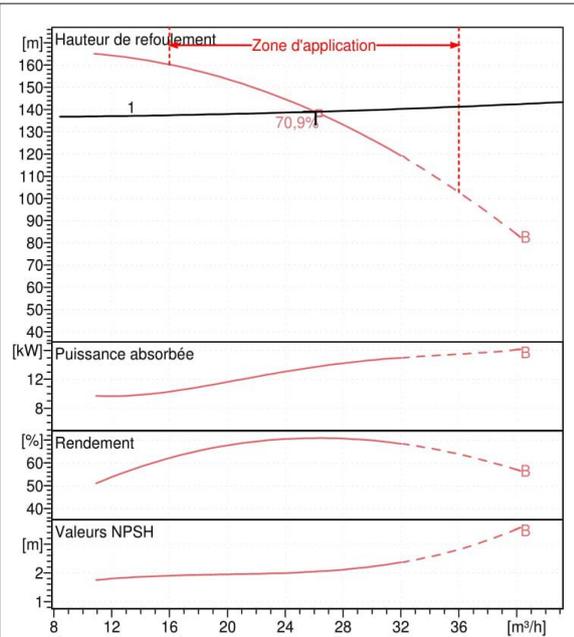


Caractéristiques techniques

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

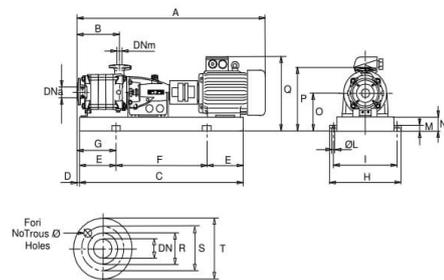
HMU40-2/ 5B	
Caractéristiques requises	
Débit	26,1 m ³ /h
Hauteur de refoulement	139 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	26,1 m ³ /h
Hauteur de refoulement	139 m
Puissance absorbée	13,7 kW
Rendement	70,9%
Hauteur manométrique H(Q=0)	162 m
Orif. de refoulement	DN40 (UNI PN40)
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	15 kW
Intensité nominale	0 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	90 °C
Teneur maximum en matières solides	20 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	261 kg

Matériaux	
Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Alliage de cuivre
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Roulements a billes	Acier
Stuffing box	Fonte
Packing	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement				
ISO 9906 GRADE 2				
Q [m ³ /h]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- Dimensions mm**
- A = 1360
 - B = 351
 - C = 1207
 - D = 13
 - DNa = 65/PN16
 - DNm = 40/PN40
 - E = 200
 - F = 807
 - Fori/Holes No = 4
 - Fori/Holes ø = 18
 - G = 213
 - H = 430
 - I = 390
 - L = 16
 - M = 38
 - N = 80
 - O = 240
 - P = 415
 - Q = 490
 - Ra = 122
 - R m = 87
 - S a = 145
 - S m = 110
 - T a = 185
 - T m = 150



Notes:

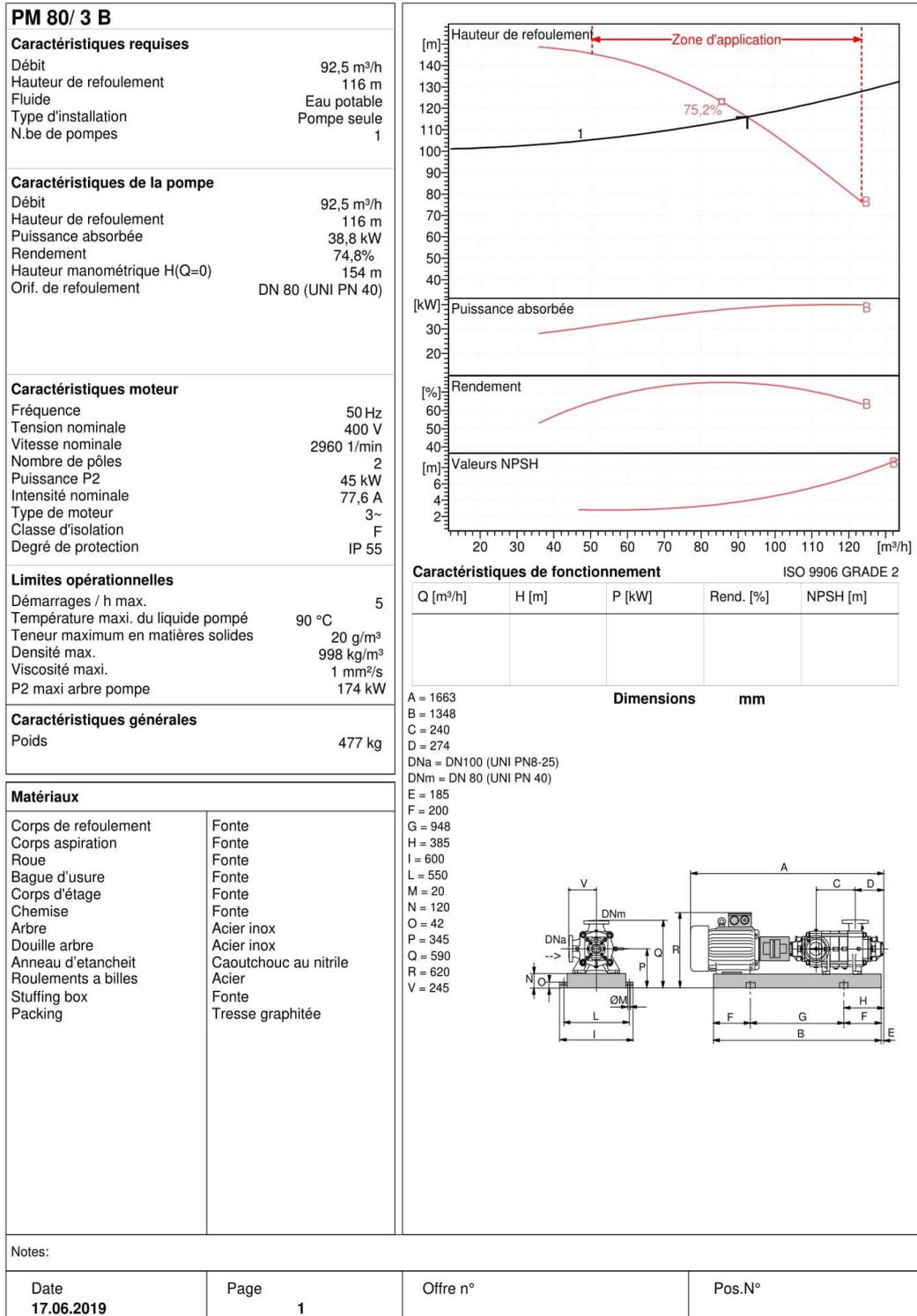
Date 17.06.2019	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

Annexe (06) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP2- (SP2- R2)



Caractéristiques techniques

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



Annexe (07) : Courbe caractéristique de la pompe du tronçon SP3- (SP3- R5)

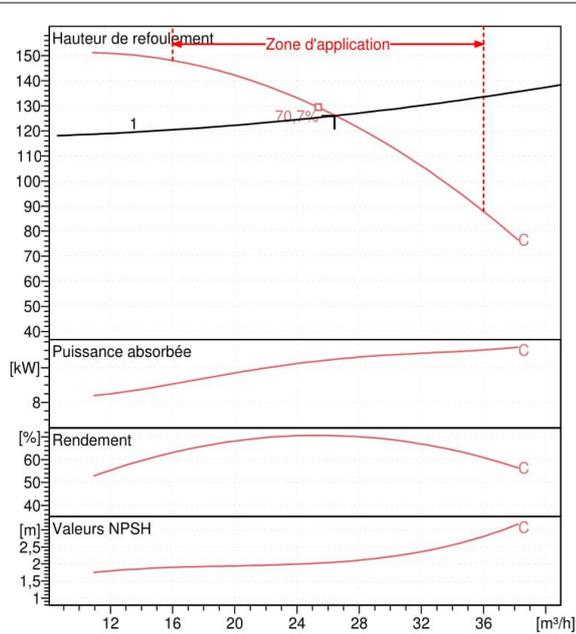


Caractéristiques techniques

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

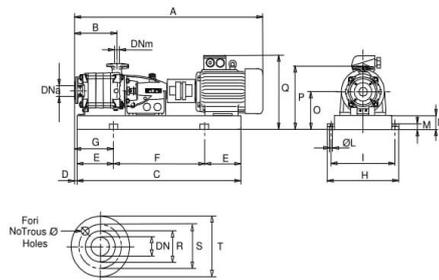
HMU40-2/ 5C	
Caractéristiques requises	
Débit	26,4 m³/h
Hauteur de refoulement	126 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	26,4 m³/h
Hauteur de refoulement	126 m
Puissance absorbée	13 kW
Rendement	70,6%
Hauteur manométrique H(Q=0)	141 m
Orif. de refoulement	DN40 (UNI PN40)
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	15 kW
Intensité nominale	0 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	90 °C
Teneur maximum en matières solides	20 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s
Caractéristiques générales	
Poids	261 kg

Matériaux	
Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Alliage de cuivre
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Roulements a billes	Acier
Stuffing box	Fonte
Packing	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement				
ISO 9906 GRADE 2				
Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- Dimensions mm**
- A = 1360
 - B = 351
 - C = 1207
 - D = 13
 - DNa = 65/PN16
 - DNm = 40/PN40
 - E = 200
 - F = 807
 - Fori/Holes No = 4
 - Fori/Holes ø = 18
 - G = 213
 - H = 430
 - I = 390
 - L = 16
 - M = 38
 - N = 80
 - O = 240
 - P = 415
 - Q = 490
 - R a = 122
 - R m = 87
 - S a = 145
 - S m = 110
 - T a = 185
 - T m = 150



Notes:			
Date	Page	Offre n°	Pos.N°
17.06.2019	1		

Annexe (08) : Calcul du débit de pointe des tronçons de distribution

ID Arc	Qmoy.j (m ³ /j)	Qmaj.j (m ³ /j)	Qmax.j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
R1-A01	0,00	0,00	0,00	0,00	307,42
A01-A02	2,80	3,36	4,03	10,08	174,42
A02-A03	12,60	15,12	18,14	45,36	93,42
A03-A04	4,95	5,94	7,13	17,82	17,82
A03-A05	0,00	0,00	0,00	0,00	30,24
A05-A06	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
A05-A07	1,40	1,68	2,02	5,04	25,20
A07-A08	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
A07-A09	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
A07-A10	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
A02-A11	5,60	6,72	8,06	20,16	70,92
A11-A12	3,55	4,26	5,11	12,78	12,78
A11-A13	1,40	1,68	2,02	5,04	37,98
A13-A14	0,00	0,00	0,00	0,00	20,16
A14-A15	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
A14-A16	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
A13-A17	0,00	0,00	0,00	0,00	12,78
A17-A18	0,75	0,90	1,08	2,70	2,70
A17-A19	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
A01-A20	0,00	0,00	0,00	0,00	133,00
A20-A21	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
A20-A22	2,23	2,68	3,21	8,04	127,96
A22-A23	4,36	5,23	6,28	15,70	15,70
A22-A24	4,20	5,04	6,05	15,12	104,23
A24-A25	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
A24-A26	2,15	2,58	3,10	7,74	73,99
A26-A27	9,15	10,98	13,18	32,94	32,94
A26-A28	9,25	11,10	13,32	33,30	33,30
R01-A29	39,00	46,80	56,16	140,40	140,40
S/Total	124,40	149,28	179,13	447,83	
SP2-B01	1,40	1,68	2,02	5,04	343,45
B01-B02	3,47	4,16	4,99	12,48	12,48
B01-B03	0,00	0,00	0,00	0,00	325,93
B03-B04	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
B03-B05	0,00	0,00	0,00	0,00	320,89
B05-B06	0,67	0,80	0,96	2,40	2,40
B05-B07	0,00	0,00	0,00	0,00	318,49
B07-B08	0,00	0,00	0,00	0,00	7,44
B08-B09	0,67	0,80	0,96	2,40	2,40
B08-B10	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
B07-B11	4,13	4,96	5,95	14,88	311,05
B11-B12	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
B11-B13	1,40	1,68	2,02	5,04	291,13
B13-B14	0,00	0,00	0,00	0,00	17,52
B14-B15	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
B14-B16	3,47	4,16	4,99	12,48	12,48
B13-B17	0,00	0,00	0,00	0,00	268,57
B17-B18	12,60	15,12	18,14	45,36	45,36
B17-B19	14,47	17,36	20,83	52,08	223,21
B19-B20	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
B19-B21	22,40	26,88	32,26	80,64	161,04
B21-B22	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
B21-B23	4,20	5,04	6,05	15,12	75,36
B23-B24	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
B23-B25	0,00	0,00	0,00	0,00	55,20
B25-B26	4,87	5,84	7,01	17,52	17,52
B25-B27	1,40	1,68	2,02	5,04	37,68
B27-B28	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
B27-B29	1,40	1,68	2,02	5,04	22,56
B29-B30	0,67	0,80	0,96	2,40	2,40
B29-B31	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
S/Total	95,40	114,48	137,38	343,45	
R02-C01	0,00	0,00	0,00	0,00	198,01
C01-C02	0,00	0,00	0,00	0,00	141,12
C02-C03	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
C02-C04	1,40	1,68	2,02	5,04	136,08
C04-C05	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
C04-C06	0,00	0,00	0,00	0,00	120,96
C06-C07	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
C06-C08	29,40	35,28	42,34	105,84	105,84
C01-C09	1,40	1,68	2,02	5,04	56,89
C09-C10	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
C09-C11	0,00	0,00	0,00	0,00	46,81
C11-C12	4,60	5,52	6,63	16,57	16,57
C11-C13	0,00	0,00	0,00	0,00	30,24
C13-C14	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
C13-C15	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08
C15-C16	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
C15-C17	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
S/Total	55,00	66,00	79,20	198,01	
R02-D01	2,80	3,36	4,03	10,08	599,21

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
D01-D02	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
D01-D03	1,40	1,68	2,02	5,04	579,05
D03-D04	4,20	5,04	6,05	15,12	464,09
D04-D05	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
D04-D06	5,03	6,04	7,25	18,12	438,89
D06-D07	23,78	28,53	34,24	85,60	85,60
D06-D08	0,00	0,00	0,00	0,00	335,17
D08-D09	12,60	15,12	18,14	45,36	45,36
D08-D10	0,00	0,00	0,00	0,00	289,81
D10-D11	16,80	20,16	24,19	60,48	120,25
D11-D12	5,40	6,48	7,78	19,45	19,45
D11-D13	11,20	13,44	16,13	40,32	40,32
D10-D14	9,80	11,76	14,11	35,28	169,57
D14-D15	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
D14-D16	1,20	1,44	1,73	4,32	124,21
D16-D17	8,30	9,96	11,95	29,88	29,88
D16-D18	0,00	0,00	0,00	0,00	90,01
D18-D19	5,50	6,60	7,92	19,80	19,80
D18-D20	19,50	23,40	28,08	70,20	70,20
D03-D21	9,83	11,80	14,16	35,40	109,92
D21-D22	1,40	1,68	2,02	5,04	59,41
D22-D23	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
D22-D24	0,00	0,00	0,00	0,00	49,33
D24-D25	8,40	10,08	12,10	30,24	30,24
D24-D26	5,30	6,36	7,64	19,09	19,09
D21-D27	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
S/Total	166,45	199,74	239,68	599,21	
R03-E01	4,20	5,04	6,05	15,12	433,43
E01-E02	0,00	0,00	0,00	0,00	103,92
E02-E03	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
E02-E04	12,60	15,12	18,14	45,36	45,36
E02-E05	3,67	4,40	5,28	13,20	48,48
E05-E06	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E05-E07	0,00	0,00	0,00	0,00	30,24
E07-E08	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E07-E09	7,00	8,40	10,08	25,20	25,20
E01-E10	1,40	1,68	2,02	5,04	314,39
E10-E11	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E10-E12	0,00	0,00	0,00	0,00	304,31
E12-E13	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
E12-E14	0,00	0,00	0,00	0,00	294,23

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
E14-E15	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E14-E16	2,27	2,72	3,26	8,16	289,19
E16-E17	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
E16-E18	0,00	0,00	0,00	0,00	270,95
E18-E19	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E18-E20	0,00	0,00	0,00	0,00	265,91
E20-E21	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E20-E22	5,40	6,48	7,78	19,44	260,87
E22-E23	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E22-E24	0,00	0,00	0,00	0,00	236,38
E24-E25	2,27	2,72	3,26	8,16	49,69
E25-E26	0,87	1,04	1,25	3,12	3,12
E25-E27	0,00	0,00	0,00	0,00	38,40
E27-E28	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E27-E29	0,87	1,04	1,25	3,12	33,36
E29-E30	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E29-E31	2,80	3,36	4,03	10,08	25,20
E31-E32	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E31-E33	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
E24-E34	4,20	5,04	6,05	15,12	186,70
E34-E35	1,59	1,91	2,29	5,73	5,73
E34-E36	0,00	0,00	0,00	0,00	165,85
E36-E37	4,60	5,52	6,63	16,57	16,57
E36-E38	4,20	5,04	6,05	15,12	149,28
E38-E39	15,40	18,48	22,18	55,44	55,44
E38-E40	12,60	15,12	18,14	45,36	78,72
E40-E41	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
E40-E42	7,87	9,44	11,33	28,32	28,32
S/Total	120,40	144,48	173,37	433,43	
R04-F01	4,20	5,04	6,05	15,12	939,13
F01-F02	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F01-F03	0,00	0,00	0,00	0,00	918,97
F03-F04	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F03-F05	16,40	19,68	23,62	59,05	471,10
F05-F06	9,80	11,76	14,11	35,28	35,28
F05-F07	0,00	0,00	0,00	0,00	376,77
F07-F08	0,00	0,00	0,00	0,00	54,01
F08-F09	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F08-F10	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F08-F11	0,00	0,00	0,00	0,00	43,93
F11-F12	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
F11-F13	10,80	12,96	15,56	38,89	38,89
F07-F14	19,63	23,56	28,27	70,68	322,76
F14-F15	1,40	1,68	2,02	5,04	25,20
F15-F16	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F15-F17	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
F14-F18	16,60	19,92	23,90	59,76	226,89
F18-F19	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F18-F20	1,40	1,68	2,02	5,04	162,09
F20-F21	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
F20-F22	8,40	10,08	12,10	30,24	141,93
F22-F23	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F22-F24	1,62	1,95	2,34	5,85	106,65
F24-F25	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F24-F26	2,80	3,36	4,03	10,08	95,76
F26-F27	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F26-F28	5,60	6,72	8,06	20,16	80,64
F28-F29	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F28-F30	15,40	18,48	22,18	55,44	55,44
F03-F31	2,80	3,36	4,03	10,08	442,82
F31-F32	1,40	1,68	2,02	5,04	70,58
F32-F33	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F32-F34	0,00	0,00	0,00	0,00	60,50
F34-F35	5,00	6,00	7,20	18,00	18,00
F34-F36	11,81	14,17	17,00	42,50	42,50
F31-F37	2,80	3,36	4,03	10,08	362,16
F37-F38	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08
F38-F39	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F38-F40	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
F37-F41	2,80	3,36	4,03	10,08	342,00
F41-F42	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
F41-F43	0,00	0,00	0,00	0,00	311,76
F43-F44	23,60	28,32	33,98	84,96	84,96
F43-F45	49,00	58,80	70,56	176,40	226,80
F45-F46	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
F45-F47	2,80	3,36	4,03	10,08	35,28
F47-F48	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
F47-F49	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
S/Total	260,87	313,04	375,65	939,13	
R04-G01	1,40	1,68	2,02	5,04	288,01
G01-G02	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
G01-G03	2,80	3,36	4,03	10,08	277,93

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
G03-G04	5,60	6,72	8,06	20,16	50,40
G04-G05	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
G04-G06	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
G03-G07	7,60	9,12	10,95	27,36	217,45
G07-G08	9,40	11,28	13,54	33,84	59,04
G08-G09	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
G08-G10	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
G07-G11	9,80	11,76	14,11	35,28	131,05
G11-G12	6,80	8,16	9,79	24,48	24,48
G11-G13	2,80	3,36	4,03	10,08	71,29
G13-G14	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
G13-G15	7,60	9,12	10,95	27,36	46,09
G15-G16	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
G15-G17	3,80	4,56	5,47	13,68	13,68
S/Total	80,00	96,00	115,21	288,01	
R04-H01	0,00	0,00	0,00	0,00	313,93
H01-H02	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
H01-H03	4,20	5,04	6,05	15,12	308,89
H03-H04	0,00	0,00	0,00	0,00	22,56
H04-H05	4,87	5,84	7,01	17,52	17,52
H04-H06	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
H03-H07	0,00	0,00	0,00	0,00	271,21
H07-H08	4,80	5,76	6,91	17,28	17,28
H07-H09	1,40	1,68	2,02	5,04	253,93
H09-H10	1,40	1,68	2,02	5,04	15,12
H10-H11	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
H10-H12	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
H09-H13	0,67	0,80	0,96	2,40	233,77
H13-H14	4,13	4,96	5,95	14,88	161,04
H14-H15	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
H14-H16	21,00	25,20	30,24	75,60	136,08
H16-H17	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
H16-H18	4,20	5,04	6,05	15,12	40,32
H18-H19	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
H18-H20	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
H13-H21	0,00	0,00	0,00	0,00	70,32
H21-H22	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
H21-H23	0,00	0,00	0,00	0,00	55,20
H23-H24	2,07	2,48	2,98	7,44	7,44
H23-H25	2,80	3,36	4,03	10,08	47,76
H25-H26	4,87	5,84	7,01	17,52	17,52

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
H25-H27	0,00	0,00	0,00	0,00	20,16
H27-H28	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
H27-H29	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08
H29-H30	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
H29-H31	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
S/Total	87,20	104,64	125,57	313,93	
R02-I01	0,00	0,00	0,00	0,00	452,88
I01-I02	7,00	8,40	10,08	25,20	407,52
I02-I03	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
I02-I04	22,20	26,64	31,97	79,92	377,28
I04-I05	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
I04-I06	9,80	11,76	14,11	35,28	277,20
I06-I07	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
I06-I08	30,80	36,96	44,35	110,88	231,84
I08-I09	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
I08-I10	1,40	1,68	2,02	5,04	105,84
I10-I11	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
I10-I12	2,80	3,36	4,03	10,08	85,68
I12-I13	0,00	0,00	0,00	0,00	20,16
I13-I14	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
I13-I15	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
I12-I16	4,20	5,04	6,05	15,12	55,44
I16-I17	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
I16-I18	0,00	0,00	0,00	0,00	25,20
I18-I19	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
I18-I20	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
I18-I21	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
I01-I22	12,60	15,12	18,14	45,36	45,36
S/Total	125,80	150,96	181,15	452,88	
SP3-J01	1,50	1,80	2,16	5,40	177,13
J01-J02	0,00	0,00	0,00	0,00	15,12
J02-J03	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
J02-J04	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
J01-J05	0,00	0,00	0,00	0,00	156,61
J05-J06	0,00	0,00	0,00	0,00	141,13
J06-J07	2,90	3,48	4,18	10,44	10,44
J06-J08	1,40	1,68	2,02	5,04	130,69
J08-J09	4,00	4,80	5,76	14,40	64,80
J09-J10	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
J09-J11	12,60	15,12	18,14	45,36	45,36
J08-J12	1,40	1,68	2,02	5,04	60,84

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
J12-J13	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
J12-J14	14,10	16,92	20,31	50,76	50,76
J05-J15	1,40	1,68	2,02	5,04	15,48
J15-J16	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
J15-J17	1,50	1,80	2,16	5,40	5,40
S/Total	49,20	59,04	70,85	177,13	
SP3-K01	0,00	0,00	0,00	0,00	348,49
K01-K02	0,00	0,00	0,00	0,00	19,44
K02-K03	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
K02-K04	1,20	1,44	1,73	4,32	4,32
K01-K05	0,00	0,00	0,00	0,00	329,05
K05-K06	5,40	6,48	7,78	19,44	19,44
K05-K07	0,00	0,00	0,00	0,00	309,61
K07-K08	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K07-K09	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
K07-K10	0,00	0,00	0,00	0,00	294,49
K10-K11	2,80	3,36	4,03	10,08	213,85
K11-K12	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K11-K13	9,60	11,52	13,82	34,56	198,73
K13-K14	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K13-K15	0,00	0,00	0,00	0,00	159,13
K15-K16	18,20	21,84	26,21	65,52	65,52
K15-K17	4,20	5,04	6,05	15,12	93,61
K17-K18	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
K17-K19	0,00	0,00	0,00	0,00	68,41
K19-K20	5,40	6,48	7,78	19,44	19,44
K19-K21	1,20	1,44	1,73	4,32	48,96
K21-K22	7,00	8,40	10,08	25,20	25,20
K21-K23	2,60	3,12	3,74	9,36	9,36
K21-K24	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08
K24-K25	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K24-K26	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K10-K27	4,20	5,04	6,05	15,12	80,64
K27-K28	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K27-K29	0,00	0,00	0,00	0,00	60,48
K29-K30	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K29-K31	0,00	0,00	0,00	0,00	55,44
K31-K32	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
K31-K33	4,20	5,04	6,05	15,12	40,32
K33-K34	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
K33-K35	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
S/Total	96,80	116,16	139,40	348,49	
R06-L01	0,00	0,00	0,00	0,00	273,61
L01-L02	4,00	4,80	5,76	14,40	14,40
L01-L03	0,00	0,00	0,00	0,00	259,21
L03-L04	4,20	5,04	6,05	15,12	50,40
L04-L05	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
L04-L06	1,40	1,68	2,02	5,04	30,24
L06-L07	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
L06-L08	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
L03-L09	1,40	1,68	2,02	5,04	208,81
L09-L10	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
L09-L11	0,00	0,00	0,00	0,00	193,69
L11-L12	6,80	8,16	9,79	24,48	24,48
L11-L13	4,20	5,04	6,05	15,12	169,21
L13-L14	0,00	0,00	0,00	0,00	29,52
L14-L15	4,00	4,80	5,76	14,40	14,40
L14-L16	0,00	0,00	0,00	0,00	15,12
L16-L17	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
L16-L18	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08
L18-L19	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
L18-L20	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
L13-L21	2,80	3,36	4,03	10,08	124,56
L21-L22	0,00	0,00	0,00	0,00	59,76
L22-L23	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
L22-L24	11,00	13,20	15,84	39,60	39,60
L21-L25	0,00	0,00	0,00	0,00	54,72
L25-L26	0,00	0,00	0,00	0,00	50,40
L26-L27	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08
L26-L28	11,20	13,44	16,13	40,32	40,32
L25-L29	1,20	1,44	1,73	4,32	4,32
S/Total	76,00	91,20	109,44	273,61	
R05-M01	1,40	1,68	2,02	5,04	459,37
M01-M02	5,40	6,48	7,78	19,44	19,44
M01-M03	18,20	21,84	26,21	65,52	434,89
M03-M04	0,00	0,00	0,00	0,00	120,96
M04-M05	5,60	6,72	8,06	20,16	55,44
M05-M06	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
M05-M07	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
M04-M08	7,00	8,40	10,08	25,20	65,52
M08-M09	8,40	10,08	12,10	30,24	30,24
M08-M10	2,80	3,36	4,03	10,08	10,08

ID Arc	Qmoy,j (m ³ /j)	Qmaj,j (m ³ /j)	Qmax,j (m ³ /j)	Q tronçon (m ³ /j)	Qp tronçon (m ³ /j)
M03-M11	1,20	1,44	1,73	4,32	248,41
M11-M12	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
M11-M13	1,40	1,68	2,02	5,04	228,97
M13-M14	5,40	6,48	7,78	19,44	19,44
M13-M15	0,00	0,00	0,00	0,00	9,36
M15-M16	1,20	1,44	1,73	4,32	4,32
M15-M17	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
M13-M18	2,80	3,36	4,03	10,08	195,12
M18-M19	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
M18-M20	1,40	1,68	2,02	5,04	180,00
M20-M21	2,40	2,88	3,46	8,64	8,64
M20-M22	2,80	3,36	4,03	10,08	166,32
M22-M23	0,00	0,00	0,00	0,00	30,24
M23-M24	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
M23-M25	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
M22-M26	1,40	1,68	2,02	5,04	126,00
M26-M27	9,80	11,76	14,11	35,28	35,28
M26-M28	0,00	0,00	0,00	0,00	85,68
M28-M29	1,40	1,68	2,02	5,04	5,04
M28-M30	1,40	1,68	2,02	5,04	80,64
M30-M31	4,20	5,04	6,05	15,12	15,12
M30-M32	2,80	3,36	4,03	10,08	60,48
M32-M33	5,60	6,72	8,06	20,16	20,16
M32-M34	8,40	10,08	12,10	30,24	30,24
S/Total	127,60	153,12	183,75	459,37	
TOTAL	1465,14	1758,17	2109,80	5274,50	

Annexe (09) : État des nœuds du réseau

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Réservoir R01	1041.35	-	-
Noeud A01	982.89	0.00	58.87
Noeud A02	963.09	10.08	30.00
Noeud A03	937.58	45.36	43.65
Noeud A04	938.16	17.82	39.34
Noeud A05	940.62	0.00	39.27
Noeud A06	933.46	5.04	46.25
Noeud A07	941.47	5.04	36.11
Noeud A08	938.30	10.08	38.70
Noeud A09	944.86	5.04	32.66
Noeud A10	938.30	5.04	38.61
Noeud A11	933.10	20.16	50.58
Noeud A12	941.46	12.78	41.10
Noeud A13	920.50	5.04	61.12
Noeud A14	911.59	0.00	66.69
Noeud A15	911.48	10.08	66.60
Noeud A16	910.20	10.08	67.48
Noeud A17	925.33	0.00	54.96
Noeud A18	927.32	2.70	52.94
Noeud A19	920.64	10.08	59.14
Noeud A20	972.73	0.00	68.59
Noeud A21	966.12	5.04	75.05
Noeud A22	930.46	8.04	30.00
Noeud A23	931.25	15.70	28.48
Noeud A24	918.46	15.12	39.47
Noeud A25	917.16	15.12	40.46
Noeud A26	910.71	7.74	46.44
Noeud A27	910.47	32.94	43.06
Noeud A28	885.59	33.30	67.30
Noeud A29	966.13	140.40	49.24
S/Total	-	447.83	-
Réservoir SP02	908.16	-	-
Noeud B01	814.56	5.04	40.00
Noeud B02	830.87	12.48	20.54
Noeud B03	808.74	0.00	45.31
Noeud B04	807.19	5.04	46.69
Noeud B05	814.56	0.00	34.32
Noeud B06	759.72	2.40	89.11
Noeud B07	775.24	0.00	72.72
Noeud B08	775.06	0.00	20.00

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud B09	756.58	2.40	38.37
Noeud B10	723.24	5.04	70.93
Noeud B11	791.17	14.88	55.09
Noeud B12	785.81	5.04	60.38
Noeud B13	792.97	5.04	52.97
Noeud B14	796.48	0.00	48.62
Noeud B15	790.94	5.04	54.11
Noeud B16	773.23	12.48	69.76
Noeud B17	799.07	0.00	46.45
Noeud B18	808.85	45.36	33.55
Noeud B19	813.13	52.08	30.71
Noeud B20	809.46	10.08	34.17
Noeud B21	805.39	80.64	36.39
Noeud B22	804.33	5.04	37.38
Noeud B23	803.77	15.12	37.65
Noeud B24	796.19	5.04	45.03
Noeud B25	805.00	0.00	35.93
Noeud B26	808.61	17.52	31.84
Noeud B27	807.71	5.04	31.81
Noeud B28	813.56	10.08	25.61
Noeud B29	808.41	5.04	28.16
Noeud B30	796.84	2.40	39.72
Noeud B31	789.13	15.12	44.79
S/Total	-	343.45	-
Réservoir R02	1004.71	-	-
Noeud C01	971.00	0.00	33.06
Noeud C02	969.63	0.00	34.11
Noeud C03	971.67	5.04	31.94
Noeud C04	957.58	5.04	43.76
Noeud C05	953.25	10.08	46.46
Noeud C06	957.57	0.00	43.53
Noeud C07	957.61	15.12	42.95
Noeud C08	967.89	105.84	24.98
Noeud C09	969.82	5.04	32.89
Noeud C10	983.16	5.04	19.28
Noeud C11	969.55	0.00	32.57
Noeud C12	965.42	16.57	34.84
Noeud C13	952.21	0.00	44.62
Noeud C14	941.92	20.16	53.00
Noeud C15	944.42	0.00	51.24
Noeud C16	957.63	5.04	37.70

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud C17	941.00	5.04	54.29
S/Total	-	198.01	-
Réservoir R02	1004.71	-	-
Noeud D01	930.29	10.08	50.00
Noeud D02	927.07	10.08	52.51
Noeud D03	929.49	5.04	50.69
Noeud D04	933.38	15.12	46.34
Noeud D05	920.97	10.08	57.92
Noeud D06	939.09	18.12	39.80
Noeud D07	941.07	85.60	36.01
Noeud D08	938.50	0.00	39.67
Noeud D09	941.46	45.36	35.72
Noeud D10	937.34	0.00	40.73
Noeud D11	939.58	60.48	37.23
Noeud D12	946.15	19.45	28.04
Noeud D13	939.04	40.32	34.90
Noeud D14	936.15	35.28	38.45
Noeud D15	924.62	10.08	49.34
Noeud D16	935.76	4.32	38.38
Noeud D17	939.91	29.88	32.88
Noeud D18	930.60	0.00	42.67
Noeud D19	918.05	19.80	53.00
Noeud D20	913.34	70.20	54.08
Noeud D21	915.07	35.40	49.17
Noeud D22	917.30	5.04	46.29
Noeud D23	916.30	5.04	47.19
Noeud D24	916.57	0.00	46.67
Noeud D25	918.17	30.24	42.90
Noeud D26	922.29	19.09	39.48
Noeud D27	905.40	15.12	56.11
S/Total	-	599.21	-
Réservoir R03	919.26	-	-
Noeud E01	876.85	15.12	43.14
Noeud E02	789.96	0.00	35.00
Noeud E03	793.97	10.08	30.68
Noeud E04	774.29	45.36	46.03
Noeud E05	771.64	13.20	50.91
Noeud E06	767.05	5.04	55.24
Noeud E07	763.08	0.00	57.50
Noeud E08	763.17	5.04	57.34
Noeud E09	770.05	25.20	32.92

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud E10	873.79	5.04	45.96
Noeud E11	872.91	5.04	46.80
Noeud E12	870.59	0.00	48.78
Noeud E13	877.92	10.08	40.90
Noeud E14	869.46	0.00	49.85
Noeud E15	867.83	5.04	51.44
Noeud E16	856.17	8.16	61.68
Noeud E17	854.67	10.08	62.82
Noeud E18	844.90	0.00	71.46
Noeud E19	847.72	5.04	68.53
Noeud E20	837.10	0.00	30.00
Noeud E21	789.36	5.04	76.01
Noeud E22	786.50	19.44	78.47
Noeud E23	783.47	5.04	81.27
Noeud E24	792.89	0.00	70.14
Noeud E25	788.07	8.16	50.00
Noeud E26	780.96	3.12	57.07
Noeud E27	782.51	0.00	54.30
Noeud E28	778.92	5.04	57.85
Noeud E29	775.29	3.12	58.76
Noeud E30	768.20	5.04	65.75
Noeud E31	778.20	10.08	48.83
Noeud E32	779.53	5.04	47.47
Noeud E33	787.43	10.08	39.22
Noeud E34	793.23	15.12	69.59
Noeud E35	793.32	5.73	69.42
Noeud E36	796.22	0.00	66.09
Noeud E37	798.34	16.57	63.48
Noeud E38	801.98	15.12	58.38
Noeud E39	713.65	55.44	66.68
Noeud E40	748.89	45.36	52.48
Noeud E41	743.49	5.04	57.76
Noeud E42	748.43	28.32	50.57
Noeud e111	772.80	0.00	30.00
Noeud e165	760.00	0.00	25.00
S/Total	-	433.43	-
Réservoir R04	921.48	-	-
Noeud F01	869.61	15.12	52.72
Noeud F02	869.27	5.04	53.00
Noeud F03	861.67	0.00	60.52
Noeud F04	860.35	5.04	61.80

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m³/j)	Pression (m)
Noeud F05	854.94	59.05	66.43
Noeud F06	856.61	35.28	62.22
Noeud F07	851.38	0.00	69.92
Noeud F08	844.10	0.00	74.16
Noeud F09	839.68	5.04	78.53
Noeud F10	847.71	5.04	70.40
Noeud F11	844.14	0.00	68.81
Noeud F12	843.20	5.04	69.66
Noeud F13	847.49	38.89	62.80
Noeud F14	857.95	70.68	61.66
Noeud F15	862.95	5.04	54.46
Noeud F16	862.40	5.04	54.98
Noeud F17	857.50	15.12	59.54
Noeud F18	853.41	59.76	65.11
Noeud F19	848.07	5.04	70.34
Noeud F20	840.63	5.04	30.00
Noeud F21	833.61	15.12	36.55
Noeud F22	815.68	30.24	52.40
Noeud F23	815.22	5.04	52.80
Noeud F24	811.41	5.85	55.92
Noeud F25	812.04	5.04	55.21
Noeud F26	810.12	10.08	55.47
Noeud F27	803.62	5.04	61.88
Noeud F28	815.83	20.16	47.29
Noeud F29	808.25	5.04	54.79
Noeud F30	809.94	55.44	42.78
Noeud F31	827.69	10.08	81.56
Noeud F32	817.48	5.04	46.43
Noeud F33	810.03	5.04	53.71
Noeud F34	811.32	0.00	50.04
Noeud F35	799.69	18.00	58.56
Noeud F36	812.01	42.50	40.42
Noeud F37	836.20	10.08	71.88
Noeud F38	835.78	0.00	70.73
Noeud F39	838.06	5.04	68.38
Noeud F40	822.31	5.04	83.91
Noeud F41	859.95	10.08	46.80
Noeud F42	851.87	20.16	52.50
Noeud F43	864.49	0.00	42.12
Noeud F44	856.39	84.96	48.56
Noeud F45	860.53	176.40	43.89

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud F46	858.26	15.12	45.33
Noeud F47	835.19	10.08	63.66
Noeud F48	831.33	15.12	67.16
Noeud F49	831.72	10.08	66.80
S/Total	-	939.13	-
Réservoir R04	921.48	-	-
Noeud G01	801.39	5.04	30.00
Noeud G02	799.42	5.04	31.80
Noeud G03	772.46	10.08	57.18
Noeud G04	753.79	20.16	69.73
Noeud G05	761.08	20.16	61.19
Noeud G06	748.00	10.08	74.83
Noeud G07	741.65	27.36	30.00
Noeud G08	723.03	33.84	44.81
Noeud G09	719.85	15.12	44.54
Noeud G10	706.58	10.08	59.84
Noeud G11	726.56	35.28	44.23
Noeud G12	722.91	24.48	47.63
Noeud G13	727.04	10.08	43.19
Noeud G14	734.47	15.12	35.46
Noeud G15	716.93	27.36	50.74
Noeud G16	721.91	5.04	45.67
Noeud G17	715.50	13.68	48.50
S/Total	-	288.01	-
Réservoir R04	921.48	-	-
Noeud H01	840.33	0.00	55.00
Noeud H02	833.74	5.04	61.47
Noeud H03	836.70	15.12	53.67
Noeud H04	838.55	0.00	50.71
Noeud H05	844.42	17.52	40.14
Noeud H06	806.03	5.04	81.93
Noeud H07	841.08	0.00	48.39
Noeud H08	820.85	17.28	65.95
Noeud H09	835.19	5.04	51.52
Noeud H10	811.48	5.04	73.52
Noeud H11	810.90	5.04	74.02
Noeud H12	801.15	5.04	83.50
Noeud H13	834.72	2.40	51.91
Noeud H14	830.59	14.88	54.39
Noeud H15	824.43	10.08	60.24
Noeud H16	830.23	75.60	53.75

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud H17	817.23	20.16	64.62
Noeud H18	829.30	15.12	54.23
Noeud H19	827.82	15.12	55.45
Noeud H20	825.33	10.08	58.02
Noeud H21	832.81	0.00	53.05
Noeud H22	812.74	15.12	70.53
Noeud H23	835.38	0.00	49.96
Noeud H24	819.28	7.44	65.55
Noeud H25	843.61	10.08	39.05
Noeud H26	858.94	17.52	20.85
Noeud H27	844.79	0.00	34.68
Noeud H28	850.88	10.08	28.33
Noeud H29	847.17	0.00	32.12
Noeud H30	851.88	5.04	27.36
Noeud H31	851.51	5.04	27.43
S/Total	-	313.93	-
Réservoir R02	1004.71	-	-
Noeud I01	858.60	0.00	126.21
Noeud I02	901.84	25.20	81.03
Noeud I03	910.72	5.04	71.86
Noeud I04	946.97	79.92	34.46
Noeud I05	943.07	20.16	37.29
Noeud I06	944.34	35.28	36.71
Noeud I07	942.10	10.08	38.75
Noeud I08	940.56	110.88	39.26
Noeud I09	938.54	15.12	40.55
Noeud I10	938.03	5.04	41.46
Noeud I11	929.19	15.12	49.07
Noeud I12	931.11	10.08	47.69
Noeud I13	916.11	0.00	55.87
Noeud I14	912.66	5.04	59.26
Noeud I15	894.58	15.12	75.21
Noeud I16	911.23	15.12	63.77
Noeud I17	908.77	15.12	64.90
Noeud I18	900.59	0.00	71.58
Noeud I19	900.80	5.04	71.32
Noeud I20	900.96	10.08	70.66
Noeud I21	894.73	10.08	76.81
Noeud I22	870.18	45.36	40.31
S/Total	-	452.88	-
Réservoir SP03	896.27	-	-

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud J01	788.73	5.40	40.00
Noeud J02	783.12	0.00	43.46
Noeud J03	789.57	10.08	36.31
Noeud J04	770.90	5.04	55.18
Noeud J05	772.40	0.00	53.93
Noeud J06	759.96	0.00	65.15
Noeud J07	757.46	10.44	67.04
Noeud J08	749.79	5.04	74.33
Noeud J09	755.78	14.40	66.83
Noeud J10	757.95	5.04	64.51
Noeud J11	787.87	45.36	31.47
Noeud J12	740.56	5.04	79.36
Noeud J13	734.65	5.04	85.21
Noeud J14	748.78	50.76	70.23
Noeud J15	762.34	5.04	51.16
Noeud J16	753.12	5.04	60.29
Noeud J17	744.03	5.40	67.03
S/Total	-	177.13	-
Réservoir SP03	896.27	-	-
Noeud K01	849.37	0.00	46.76
Noeud K02	858.12	0.00	36.68
Noeud K03	860.39	15.12	34.15
Noeud K04	852.14	4.32	42.56
Noeud K05	819.66	0.00	60.00
Noeud K06	822.12	19.44	56.86
Noeud K07	806.39	0.00	71.87
Noeud K08	814.51	5.04	63.69
Noeud K09	799.48	10.08	78.30
Noeud K10	803.09	0.00	74.92
Noeud K11	817.94	10.08	58.48
Noeud K12	834.94	5.04	41.16
Noeud K13	823.36	34.56	52.06
Noeud K14	810.06	5.04	65.23
Noeud K15	826.65	0.00	48.38
Noeud K16	837.25	65.52	33.38
Noeud K17	828.84	15.12	38.90
Noeud K18	830.82	10.08	36.78
Noeud K19	827.06	0.00	39.68
Noeud K20	810.52	19.44	51.28
Noeud K21	831.72	4.32	34.37
Noeud K22	819.49	25.20	45.09

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud K23	829.26	9.36	36.57
Noeud K24	833.14	0.00	32.82
Noeud K25	840.08	5.04	25.75
Noeud K26	839.20	5.04	26.62
Noeud K27	792.49	15.12	50.00
Noeud K28	789.47	5.04	52.92
Noeud K29	787.32	0.00	51.58
Noeud K30	808.55	5.04	29.90
Noeud K31	787.12	0.00	50.27
Noeud K32	765.22	15.12	66.83
Noeud K33	793.27	15.12	37.98
Noeud K34	795.79	5.04	35.37
Noeud K35	764.87	20.16	62.30
S/Total	-	348.49	-
Réservoir R06	0.00	-	-
Noeud L01	812.11	0.00	9.06
Noeud L02	778.48	14.40	36.67
Noeud L03	780.71	0.00	37.39
Noeud L04	727.22	15.12	77.62
Noeud L05	725.86	5.04	78.40
Noeud L06	720.91	5.04	82.27
Noeud L07	722.19	10.08	80.77
Noeud L08	720.32	15.12	82.12
Noeud L09	733.35	5.04	50.00
Noeud L10	742.12	10.08	40.40
Noeud L11	732.25	0.00	51.00
Noeud L12	711.15	24.48	69.53
Noeud L13	729.80	15.12	52.90
Noeud L14	727.54	0.00	51.58
Noeud L15	736.17	14.40	40.26
Noeud L16	727.31	0.00	51.42
Noeud L17	725.50	5.04	53.12
Noeud L18	726.81	0.00	51.77
Noeud L19	712.22	5.04	65.95
Noeud L20	716.67	5.04	61.41
Noeud L21	729.47	10.08	52.35
Noeud L22	738.98	0.00	39.74
Noeud L23	740.59	20.16	36.99
Noeud L24	748.24	39.60	28.68
Noeud L25	722.25	0.00	57.00
Noeud L26	735.99	0.00	41.54

ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (m ³ /j)	Pression (m)
Noeud L27	737.03	10.08	39.95
Noeud L28	746.31	40.32	28.87
Noeud L29	691.03	4.32	87.51
S/Total	-	273.61	-
Réservoir R05	1009.44	-	-
Noeud M01	975.03	5.04	35.06
Noeud M02	963.15	19.44	41.48
Noeud M03	959.98	65.52	48.80
Noeud M04	955.64	0.00	53.02
Noeud M05	949.22	20.16	54.40
Noeud M06	951.17	15.12	52.24
Noeud M07	950.23	20.16	52.48
Noeud M08	936.17	25.20	69.89
Noeud M09	938.30	30.24	66.29
Noeud M10	943.81	10.08	61.47
Noeud M11	959.01	4.32	49.16
Noeud M12	971.39	15.12	34.79
Noeud M13	943.33	5.04	45.00
Noeud M14	939.06	19.44	48.05
Noeud M15	939.26	0.00	45.63
Noeud M16	927.13	4.32	57.56
Noeud M17	941.83	5.04	42.71
Noeud M18	930.91	10.08	54.91
Noeud M19	925.43	5.04	60.30
Noeud M20	936.67	5.04	47.83
Noeud M21	923.79	8.64	60.35
Noeud M22	939.54	10.08	43.26
Noeud M23	935.15	0.00	46.16
Noeud M24	927.45	15.12	53.18
Noeud M25	926.13	15.12	52.62
Noeud M26	939.60	5.04	43.01
Noeud M27	941.78	35.28	28.17
Noeud M28	940.06	0.00	42.43
Noeud M29	939.92	5.04	42.48
Noeud M30	952.06	5.04	29.28
Noeud M31	954.45	15.12	26.47
Noeud M32	946.65	10.08	33.74
Noeud M33	943.56	20.16	35.73
Noeud M34	950.05	30.24	29.37
S/Total	-	459.37	-
TOTAL	-	5274.50	-

Annexe (10) : État des conduites du réseau

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit (m/km)
Tuyau R01-A01	164,3	73,6	90	0,84	9,69
Tuyau A01-A02	180,6	51,4	63	0,97	19,67
Tuyau A01-A20	35,95	51,4	63	0,74	12,23
Tuyau A02-A03	605,7	40,8	50	0,83	19,59
Tuyau A02-A11	268,1	32,6	40	0,98	35,12
Tuyau A03-A04	128,3	20,4	25	0,63	29,05
Tuyau A03-A05	57,97	26	32	0,66	23,1
Tuyau A05-A06	56,4	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau A05-A07	43,41	20,4	25	0,89	53,18
Tuyau A07-A08	53,2	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau A07-A09	20,05	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau A07-A10	215,9	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau A11-A12	67,96	20,4	25	0,45	16,35
Tuyau A11-A13	59,76	26	32	0,83	34,42
Tuyau A13-A14	92,72	20,4	25	0,71	36
Tuyau A13-A17	81,21	20,4	25	0,45	16,35
Tuyau A14-A15	18,32	20,4	25	0,36	10,9
Tuyau A14-A16	55,21	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau A17-A18	44,94	20,4	25	0,1	0,77
Tuyau A17-A19	47,29	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau A20-A21	46,17	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau A20-A22	270,7	51,4	63	0,71	11,35
Tuyau A22-A23	31,29	20,4	25	0,56	23,35
Tuyau A22-A24	106,3	40,8	50	0,92	23,8
Tuyau A24-A25	14,25	20,4	25	0,54	21,94
Tuyau A24-A26	59,61	40,8	50	0,65	13,02
Tuyau A26-A27	135,2	26	32	0,72	26,8
Tuyau A26-A28	156,2	26	32	0,73	27,31
Tuyau R01-A29	2093	51,4	63	0,78	13,37
S/Total	5210,01	-	-	-	-
Tuyau SP02-B01	1983	100	100	0,51	2,72
Tuyau B01-B02	200,6	20,4	25	0,44	15,69
Tuyau B01-B03	47,54	73,6	90	0,89	10,82
Tuyau B03-B04	54,41	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau B03-B05	494,2	73,6	90	0,87	10,45
Tuyau B05-B06	80,68	20,4	25	0,09	0,68
Tuyau B05-B07	89,24	73,6	90	0,87	10,34
Tuyau B07-B08	18,51	20,4	25	0,26	6,49
Tuyau B07-B11	171,7	73,6	90	0,85	9,9
Tuyau B08-B09	159,9	20,4	25	0,09	0,68

Tuyau B08-B10	285,6	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau B11-B12	22,67	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau B11-B13	35,45	73,6	90	0,79	8,87
Tuyau B13-B14	29,92	20,4	25	0,62	28,25
Tuyau B13-B17	55,22	73,6	90	0,73	7,65
Tuyau B14-B15	14,72	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau B14-B16	134,6	20,4	25	0,44	15,69
Tuyau B17-B18	66,52	26	32	0,99	47,01
Tuyau B17-B19	128,9	61,4	75	0,87	13,05
Tuyau B19-B20	19	20,4	25	0,36	10,9
Tuyau B19-B21	120,5	51,4	63	0,9	17,08
Tuyau B21-B22	22,28	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau B21-B23	27,16	40,8	50	0,67	13,49
Tuyau B23-B24	62,64	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau B23-B25	21,4	32,6	40	0,77	22,71
Tuyau B25-B26	17,08	20,4	25	0,62	28,3
Tuyau B25-B27	41,46	26	32	0,82	33,97
Tuyau B27-B28	32,32	20,4	25	0,36	10,89
Tuyau B27-B29	67,32	20,4	25	0,8	43,81
Tuyau B29-B30	23,77	20,4	25	0,09	0,68
Tuyau B29-B31	121,4	20,4	25	0,54	21,85
S/Total	4649,71	-	-	-	-
Tuyau R02-C01	251,8	61,4	75	0,77	10,53
Tuyau C01-C02	23,18	51,4	63	0,79	13,63
Tuyau C01-C09	56,43	32,6	40	0,79	23,85
Tuyau C02-C03	41	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau C02-C04	189,5	51,4	63	0,76	12,66
Tuyau C04-C05	150,4	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau C04-C06	23,11	51,4	63	0,67	10,37
Tuyau C06-C07	24,7	20,4	25	0,54	21,89
Tuyau C06-C08	1014	51,4	63	0,59	8,12
Tuyau C09-C10	85,67	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau C09-C11	35,09	32,6	40	0,65	16,96
Tuyau C11-C12	72,69	20,4	25	0,59	25,6
Tuyau C11-C13	229,2	26	32	0,66	23,07
Tuyau C13-C14	53,12	20,4	25	0,71	36,02
Tuyau C13-C15	107,4	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau C15-C16	105,8	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau C15-C17	117,9	20,4	25	0,18	3,12
S/Total	2580,99	-	-	-	-
Tuyau R02-D01	955,2	102,2	125	0,85	6,62
Tuyau D01-D02	65,42	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau D01-D03	16,48	102,2	125	0,82	6,43

Tuyau D03-D04	60,38	90	110	0,84	7,76
Tuyau D03-D21	610,4	40,8	50	0,97	26,12
Tuyau D04-D05	75,86	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau D04-D06	117,5	90	110	0,8	7
Tuyau D06-D07	108	40,8	50	0,76	16,81
Tuyau D06-D08	63,52	73,6	90	0,91	11,35
Tuyau D08-D09	20,98	26	32	0,99	47,17
Tuyau D08-D10	11,94	73,6	90	0,79	8,97
Tuyau D10-D11	123,5	51,4	63	0,67	10,18
Tuyau D10-D14	185,3	51,4	63	0,95	18,71
Tuyau D11-D12	77,46	20,4	25	0,69	33,81
Tuyau D11-D13	75	26	32	0,88	38,21
Tuyau D14-D15	58,41	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau D14-D16	42,61	51,4	63	0,69	10,82
Tuyau D16-D17	59,47	26	32	0,65	22,62
Tuyau D16-D18	47,17	40,8	50	0,8	18,4
Tuyau D18-D19	63,45	20,4	25	0,7	34,91
Tuyau D18-D20	169,4	32,6	40	0,97	34,5
Tuyau D21-D22	25,36	32,6	40	0,82	25,82
Tuyau D21-D27	125,3	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau D22-D23	30,25	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau D22-D24	18,69	32,6	40	0,68	18,65
Tuyau D24-D25	94	26	32	0,66	23,08
Tuyau D24-D26	44,89	20,4	25	0,68	32,76
S/Total	3345,94	-	-	-	-
Tuyau R03-E01	185,5	90	110	0,79	6,83
Tuyau E01-E02	443,01	40,8	50	0,92	23,65
Tuyau E01-E10	24,16	73,6	90	0,86	10,22
Tuyau E02-E03	28,9	20,4	25	0,36	10,89
Tuyau E02-E04	98,67	26	32	0,99	46,98
Tuyau E02-E05	134,2	32,6	40	0,67	17,99
Tuyau E05-E06	80,4	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau E05-E07	85,26	26	32	0,66	23,09
Tuyau E07-E08	20,45	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau E07-E09	331,6	20,4	25	0,89	53,1
Tuyau E10-E11	11,76	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau E10-E12	38,86	73,6	90	0,83	9,59
Tuyau E12-E13	51,17	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau E12-E14	6,36	73,6	90	0,8	9,45
Tuyau E14-E15	15,04	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau E14-E16	168,7	73,6	90	0,79	8,7
Tuyau E16-E17	32,55	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau E16-E18	192,1	73,6	90	0,74	7,74

Tuyau E18-E19	33,74	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau E18-E20	98,17	73,6	90	0,72	7,5
Tuyau E20-E21	553,08	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau E20-E22	294,97	73,6	90	0,71	7,23
Tuyau E22-E23	71,48	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau E22-E24	134,2	61,4	75	0,92	14,45
Tuyau E24-E25	42,55	32,6	40	0,69	18,82
Tuyau E24-E34	21,57	61,4	75	0,73	9,61
Tuyau E25-E26	40,96	20,4	25	0,11	0,91
Tuyau E25-E27	35,93	26	32	0,84	35,13
Tuyau E27-E28	12,22	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau E27-E29	100,7	26	32	0,73	27,41
Tuyau E29-E30	32,64	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau E29-E31	132,1	20,4	25	0,89	53,12
Tuyau E31-E32	9,952	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau E31-E33	34,87	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau E34-E35	19,88	20,4	25	0,2	4,17
Tuyau E34-E36	28,27	51,4	63	0,93	18,12
Tuyau E36-E37	19,13	20,4	25	0,59	25,67
Tuyau E36-E38	130,8	51,4	63	0,83	14,93
Tuyau E38-e165	143,5	32,6	40	0,77	20,59
Tuyau e165-E39	205,13	32,6	40	0,77	14,5
Tuyau E38-e111	114	40,8	50	0,7	22,76
Tuyau e111-E40	79,86	40,8	50	0,7	3,12
Tuyau E40-E41	38,52	20,4	25	0,18	17,93
Tuyau E40-E42	115,2	26	32	0,62	22,76
S/Total	4492,112	-	-	-	-
Tuyau R04-F01	253,8	130,8	160	0,81	4,54
Tuyau F01-F02	16,53	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F01-F03	31,07	130,8	160	0,79	4,46
Tuyau F03-F04	11,14	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F03-F05	102,4	90	110	0,86	7,94
Tuyau F03-F31	696,7	73,6	90	1,2	18,58
Tuyau F05-F06	84,03	26	32	0,77	30,23
Tuyau F05-F07	14,39	90	110	0,69	5,48
Tuyau F07-F08	139,7	32,6	40	0,75	21,74
Tuyau F07-F14	159	73,6	90	0,88	10,57
Tuyau F08-F09	16,03	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F08-F10	48,38	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F08-F11	119,5	26	32	0,96	44,4
Tuyau F11-F12	30,5	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F11-F13	74,1	26	32	0,85	35,86
Tuyau F14-F15	41,36	20,4	25	0,89	53,19

Tuyau F14-F18	81,6	61,4	75	0,89	13,45
Tuyau F15-F16	11,71	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F15-F17	17,26	20,4	25	0,54	21,92
Tuyau F18-F19	34,6	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F18-F20	85,64	51,4	63	0,9	17,29
Tuyau F20-F21	21,47	20,4	25	0,54	21,9
Tuyau F20-F22	187,2	51,4	63	0,79	13,64
Tuyau F22-F23	18,49	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F22-F24	30,09	40,8	50	0,94	24,9
Tuyau F24-F25	23,88	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F24-F26	84,94	40,8	50	0,85	20,5
Tuyau F26-F27	28,7	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F26-F28	163	40,8	50	0,71	15,12
Tuyau F28-F29	26,62	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F28-F30	457,4	32,6	40	0,77	22,75
Tuyau F31-F32	108,6	32,6	40	0,98	34,85
Tuyau F31-F37	89,61	73,6	90	0,99	13,01
Tuyau F32-F33	54,06	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F32-F34	95,78	32,6	40	0,84	26,56
Tuyau F34-F35	105,2	20,4	25	0,64	29,56
Tuyau F34-F36	213,4	26	32	0,93	41,88
Tuyau F37-F38	144,6	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau F37-F41	113,7	73,6	90	0,93	11,74
Tuyau F38-F39	23,12	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau F38-F40	91,18	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau F41-F42	66,03	20,4	25	0,71	36,01
Tuyau F42-F43	13,02	73,6	90	0,85	10,2
Tuyau F43-F44	100,4	40,8	50	0,75	16,59
Tuyau F43-F45	163,1	61,4	75	0,89	13,42
Tuyau F45-F46	38,13	20,4	25	0,54	21,88
Tuyau F45-F47	184,7	26	32	0,77	30,21
Tuyau F47-F48	16,3	20,4	25	0,54	21,93
Tuyau F47-F49	29,56	20,4	25	0,36	10,89
S/Total	4761,72	-	-	-	-
Tuyau R04-G01	878,03	73,6	90	0,78	8,62
Tuyau G01-G02	54,64	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau G01-G03	215,6	73,6	90	0,76	8,1
Tuyau G03-G04	318	32,6	40	0,7	19,25
Tuyau G03-G07	152,5	61,4	75	0,85	12,45
Tuyau G04-G05	34,8	20,4	25	0,71	36,05
Tuyau G04-G06	63,65	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau G07-G08	149,9	32,6	40	0,82	25,43
Tuyau G07-G11	72,5	51,4	63	0,73	11,87

Tuyau G08-G09	157,8	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau G08-G10	130,2	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau G11-G12	15,42	26	32	0,53	16,06
Tuyau G11-G13	15,65	32,6	40	0,99	35,74
Tuyau G13-G14	13,66	20,4	25	0,54	21,94
Tuyau G13-G15	155,5	32,6	40	0,64	16,46
Tuyau G15-G16	29,09	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau G15-G17	199,6	20,4	25	0,48	18,38
S/Total	2656,54	-	-	-	-
Tuyau R04-H01	417,3	73,6	90	0,85	10,05
Tuyau H01-H02	37,08	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau H01-H03	508,4	73,6	90	0,84	9,76
Tuyau H03-H04	25,28	20,4	25	0,8	43,89
Tuyau H03-H07	116,1	73,6	90	0,74	7,76
Tuyau H04-H05	166,5	20,4	25	0,62	28,2
Tuyau H04-H06	415,3	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau H07-H08	96,71	20,4	25	0,61	27,55
Tuyau H07-H09	399,4	73,6	90	0,69	6,89
Tuyau H09-H10	78,43	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau H09-H13	13,1	73,6	90	0,64	6,1
Tuyau H10-H11	24,97	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau H10-H12	112,9	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau H13-H14	96,64	51,4	63	0,9	17,09
Tuyau H13-H21	65,03	40,8	50	0,62	11,9
Tuyau H14-H15	28,37	20,4	25	0,36	10,89
Tuyau H14-H16	79,28	51,4	63	0,76	12,69
Tuyau H16-H17	58,99	20,4	25	0,71	36,01
Tuyau H16-H18	11,52	26	32	0,88	38,5
Tuyau H18-H19	12,17	20,4	25	0,54	21,96
Tuyau H18-H20	16,48	20,4	25	0,36	10,9
Tuyau H21-H22	118,7	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau H21-H23	67,09	40,8	50	0,49	7,78
Tuyau H23-H24	78,42	20,4	25	0,26	6,48
Tuyau H23-H25	153,1	32,6	40	0,66	17,52
Tuyau H25-H26	101,6	20,4	25	0,62	28,21
Tuyau H26-H27	88,53	20,4	25	0,71	36
Tuyau H27-H28	23,32	20,4	25	0,36	10,89
Tuyau H27-H29	16,1	20,4	25	0,36	10,91
Tuyau H29-H30	15,69	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau H29-H31	112,1	20,4	25	0,18	3,12
S/Total	3554,6	-	-	-	-
Tuyau R02-I01	4920,22	100	100	0,67	4,45
Tuyau I01-I02	317,8	90	110	0,74	6,11

Tuyau I01-I22	506,9	32,6	40	0,63	16
Tuyau I02-I03	93,54	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau I02-I04	268,81	90	110	0,69	5,33
Tuyau I04-I05	29,77	20,4	25	0,71	36,06
Tuyau I04-I06	47,99	73,6	90	0,75	8,11
Tuyau I06-I07	17,94	20,4	25	0,36	10,9
Tuyau I06-I08	87,34	61,4	75	0,91	13,98
Tuyau I08-I09	33,38	20,4	25	0,54	21,88
Tuyau I08-I10	13,45	40,8	50	0,94	24,75
Tuyau I10-I11	56,57	20,4	25	0,54	21,86
Tuyau I10-I12	40,82	40,8	50	0,76	16,88
Tuyau I12-I13	189,7	20,4	25	0,71	35,98
Tuyau I12-I16	167,3	32,6	40	0,77	22,76
Tuyau I13-I14	16,68	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau I13-I15	100	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau I16-I17	60,48	20,4	25	0,54	21,86
Tuyau I16-I18	53,21	20,4	25	0,89	53,17
Tuyau I18-I19	14,65	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau I18-I20	49,77	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau I18-I21	57,32	20,4	25	0,36	10,88
S/Total	7143,64	-	-	-	-
Tuyau SP03-J01	1451	51,4	63	0,99	20,2
Tuyau J01-J02	98,34	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau J01-J05	147,5	51,4	63	0,87	16,25
Tuyau J02-J03	64,26	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau J02-J04	161,9	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau J05-J06	90,69	51,4	63	0,79	13,53
Tuyau J05-J15	563,8	20,4	25	0,55	22,75
Tuyau J06-J07	52,68	20,4	25	0,37	11,56
Tuyau J06-J08	83,92	51,4	63	0,73	11,81
Tuyau J08-J09	146	40,8	50	0,57	10,29
Tuyau J08-J12	156,3	32,6	40	0,84	26,81
Tuyau J09-J10	47,16	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau J09-J11	204,6	32,6	40	0,63	16
Tuyau J12-J13	21,8	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau J12-J14	46,7	32,6	40	0,7	19,54
Tuyau J15-J16	30,67	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau J15-J17	657,1	20,4	25	0,19	3,72
S/Total	4024,42	-	-	-	-
Tuyau SP03-K01	176,8	73,6	90	0,95	12,12
Tuyau K01-K02	39,34	20,4	25	0,69	33,83
Tuyau K01-K05	236,7	73,6	90	0,9	10,94
Tuyau K02-K03	11,49	20,4	25	0,54	21,97

Tuyau K02-K04	46,18	20,4	25	0,15	1,98
Tuyau K05-K06	19,99	20,4	25	0,69	33,89
Tuyau K05-K07	142,1	73,6	90	0,84	9,82
Tuyau K07-K08	21,81	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau K07-K09	44,82	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau K07-K10	28,04	73,6	90	0,8	9,08
Tuyau K10-K11	131,8	61,4	75	0,84	12,09
Tuyau K10-K27	132,6	40,8	50	0,71	15,12
Tuyau K11-K12	100	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K11-K13	93,68	61,4	75	0,78	10,62
Tuyau K13-K14	41,08	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K13-K15	23,31	51,4	63	0,89	16,86
Tuyau K15-K16	144,1	32,6	40	0,91	30,55
Tuyau K15-K17	370,5	40,8	50	0,83	19,66
Tuyau K17-K18	13,04	20,4	25	0,36	10,92
Tuyau K17-K19	30,52	32,6	40	0,95	33,08
Tuyau K19-K20	146,2	20,4	25	0,69	33,79
Tuyau K19-K21	34,93	32,6	40	0,68	18,35
Tuyau K21-K22	28,38	20,4	25	0,89	53,23
Tuyau K21-K23	27,79	20,4	25	0,33	9,6
Tuyau K21-K24	12,35	20,4	25	0,36	10,92
Tuyau K24-K25	41,46	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K24-K26	44,88	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K27-K28	32,02	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K27-K29	135,3	32,6	40	0,84	26,53
Tuyau K29-K30	143,1	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau K29-K31	66,27	32,6	40	0,77	22,79
Tuyau K31-K32	244,7	20,4	25	0,54	21,84
Tuyau K31-K33	160,9	26	32	0,88	38,18
Tuyau K33-K34	29,21	20,4	25	0,18	3,13
Tuyau K33-K35	113,3	20,4	25	0,71	35,99
S/Total	3108,69	-	-	-	-
Tuyau R06-L01	49,36	73,6	90	0,74	7,86
Tuyau L01-L02	299,8	20,4	25	0,51	20,08
Tuyau L01-L03	430,6	73,6	90	0,71	7,15
Tuyau L03-L04	688,7	32,6	40	0,7	19,24
Tuyau L03-L09	909,3	61,4	75	0,82	11,57
Tuyau L04-L05	188,6	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau L04-L06	72,16	26	32	0,66	23,09
Tuyau L06-L07	19,94	20,4	25	0,36	10,9
Tuyau L06-L08	33,88	20,4	25	0,54	21,88
Tuyau L09-L10	76,4	20,4	25	0,36	10,87
Tuyau L09-L11	9,77	61,4	75	0,76	10,42

Tuyau L11-L12	161,1	26	32	0,53	15,97
Tuyau L11-L13	68,41	61,4	75	0,66	8
Tuyau L13-L14	161,7	26	32	0,64	22,13
Tuyau L13-L21	81,29	51,4	63	0,69	10,85
Tuyau L14-L15	134,3	20,4	25	0,51	20,09
Tuyau L14-L16	17,78	20,4	25	0,54	21,91
Tuyau L16-L17	36,04	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau L16-L18	13,78	20,4	25	0,36	10,91
Tuyau L18-L19	131,8	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau L18-L20	162,6	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau L21-L22	119,3	32,6	40	0,83	25,98
Tuyau L21-L25	115,5	32,6	40	0,76	22,25
Tuyau L22-L23	31,6	20,4	25	0,71	36,05
Tuyau L22-L24	48,61	26	32	0,86	37,05
Tuyau L25-L26	89,42	32,6	40	0,7	19,27
Tuyau L25-L29	358,6	20,4	25	0,15	1,97
Tuyau L26-L27	50,1	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau L26-L28	61,32	26	32	0,88	38,22
S/Total	4621,76	-	-	-	-
Tuyau R05-M01	176,8	73,6	90	0,95	12,12
Tuyau M01-M02	161,7	20,4	25	0,69	33,79
Tuyau M01-M03	190,7	90	110	0,79	6,87
Tuyau M03-M04	11,73	51,4	63	0,67	10,47
Tuyau M03-M11	38,43	61,4	75	0,97	15,87
Tuyau M04-M05	221,1	32,6	40	0,77	22,76
Tuyau M04-M08	85,04	32,6	40	0,91	30,57
Tuyau M05-M06	9,754	20,4	25	0,54	21,99
Tuyau M05-M07	25,23	20,4	25	0,71	36,07
Tuyau M08-M09	63,31	26	32	0,66	23,1
Tuyau M08-M10	71,08	20,4	25	0,36	10,88
Tuyau M11-M12	91,15	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau M11-M13	182,3	61,4	75	0,9	13,64
Tuyau M13-M14	35,94	20,4	25	0,69	33,84
Tuyau M13-M15	359,4	20,4	25	0,33	9,58
Tuyau M13-M18	244,9	61,4	75	0,76	10,26
Tuyau M15-M16	101,4	20,4	25	0,15	1,97
Tuyau M15-M17	111,6	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau M18-M19	28,92	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau M18-M20	147,6	61,4	75	0,7	8,9
Tuyau M20-M21	42,76	20,4	25	0,31	8,37
Tuyau M20-M22	93,9	51,4	63	0,93	18,1
Tuyau M22-M23	64,82	26	32	0,66	23,09
Tuyau M22-M26	16,85	51,4	63	0,7	11,19

Tuyau M23-M24	30,68	20,4	25	0,54	21,88
Tuyau M23-M25	117	20,4	25	0,54	21,85
Tuyau M26-M27	419,5	26	32	0,77	30,2
Tuyau M26-M28	7,112	40,8	50	0,76	17,22
Tuyau M28-M29	29,89	20,4	25	0,18	3,12
Tuyau M28-M30	75,81	40,8	50	0,71	15,14
Tuyau M30-M31	19,15	20,4	25	0,54	21,91
Tuyau M30-M32	35,69	32,6	40	0,84	26,61
Tuyau M32-M33	30,71	20,4	25	0,71	36,05
Tuyau M32-M34	41,97	26	32	0,66	23,11
S/Total	3383,926	-	-	-	-
TOTAL	53534,06	-	-	-	-

Annexe (11) : Position des réducteurs de pression

ID Arc	Position du réducteur de pression	Pression à la sortie du réducteur (m)
Tuyau A01-A02	Avant le Nœud A02	30
Tuyau A20-A22	Avant le Nœud A22	30
Tuyau SP02-B01	Avant le Nœud B01	40
Tuyau B07-B08	Avant le Nœud B08	20
Tuyau R02-D01	Avant le Nœud D01	50
Tuyau E01-E02	Avant le Nœud E02	35
Tuyau E18-E20	Avant le Nœud E20	30
Tuyau E24-E25	Avant le Nœud E25	50
Tuyau E38-E39	Avant le Nœud e165	25
Tuyau E38-E40	Avant le Nœud e111	30
Tuyau F18-F20	Avant le Nœud F20	30
Tuyau F31-F32	Après le Nœud F31	60
Tuyau R04-G01	Avant le Nœud G01	30
Tuyau G03-G07	Avant le Nœud G07	30
Tuyau R04-H01	Avant le Nœud H01	55
Tuyau I01-I22	Après le Nœud I01	60
Tuyau SP03-J01	Avant le Nœud J01	40
Tuyau K01-K05	Avant le Nœud K05	60
Tuyau K10-K27	Avant le Nœud K27	50
Tuyau L03-L09	Avant le Nœud L09	50
Tuyau M11-M13	Avant le Nœud M13	45

Résumé

Ce présent mémoire consiste à établir une étude du réseau d'alimentation en eau potable de la localité GARET de la commune d'El kseur (wilaya de Béjaia), dont le but est de satisfaire la demande en eau de la population actuelle et future.

Le déroulement de ce travail commence par une collecte de données concernant le site du projet et le réseau d'AEP actuel. Il est suivi d'un diagnostic physique et hydraulique. Ils nous ont permis d'effectuer le dimensionnement des réservoirs suivant le régime de consommation des agglomérations et une étude technico-économique de l'adduction.

Ensuite nous avons fait le choix des pompes adéquates pour chaque station de pompage, ainsi que la vérification de l'apparition du phénomène du coup de bélier.

Enfin le dimensionnement du réseau de distribution de tous les villages.

Mots clés: *Etude; Diagnostic; Alimentation en eau potable; Dimensionnement; Réservoir; Pompe; Coup de bélier; Réseau; Adduction; Distribution.*

Abstract

This memoir consists in establishing a study of the drinking water supply network of the GARET locality of El kseur commune (wilaya of Bejaia), whose aim is to satisfy the water demand of the current and future population.

This work begins with a collection of data about the project site and the current AEP network. It is followed by a physical and hydraulic diagnosis. They allowed us to design the reservoirs according to the consumption regime of the agglomerations and a technical-economic study of the adduction.

Then we made the choice of the appropriate pumps for each pumping station, as well as the checking of the appearance of the phenomenon of the water hammer.

Finally the dimensioning of the distribution network of all the villages.

Key words: *Study; Diagnosis; Drinking water supply; Sizing; Reservoir; Pump; Water hammer; Network; Adduction; Distribution.*

ملخص

إن المذكرة عبارة عن دراسة لشبكة المياه الصالحة للشرب لمحلية قارت ببلدية القصر (ولاية بجاية)، من أجل تلبية إحتياجات السكان الحالية و المستقبلية للمياه.

هذا العمل يبدأ بجمع المعلومات المتعلقة بموقع المشروع و شبكة المياه الصالحة للشرب الحالية، متبوعا بالتشخيص الفزيائي والهيدروليكي الذي سمح لنا بإجراء تصميم المخازن وفقا لنظام إستهلاك التجمعات و دراسة تقنية و إقتصادية حول خط السحب .

و بالتالي قمنا باختيار مضخات ملائمة لكل محطة ضخ المياه، كذلك التحقق حول وجود ظاهرة المطرقة المائية، و ينتهي الأمر بشبكة التوزيع التي تم ضبطها لدمج المناطق التي تعاني من نقص مياه الشرب.

كلمات المفاتيح: دراسة؛ التشخيص؛ المياه الصالحة للشرب؛ تصميم؛ المخازن؛ مضخات؛ المطرقة المائية؛ شبكة؛ سحب؛ توزيع.