



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعلیم العالی و البعث العلمی

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de la Technologie

Département D'hydraulique

MEMOIRE

Pour l'obtention du **diplôme** de Master en **Hydraulique**

Option : Hydraulique Urbaine (HU)



Sujet

Etude numérique d'un système composite d'alimentation en eau potable de zone de l'ombre, zone de Souk Tlata -Tlemcen-

Soutenu le 30 juin 2022

Par : DJEDID SARRA

Devant le jury :

Mr. TERKI HASSAINE TAHA EL AMINE	Univ. Tlemcen	Président
Mme. BELARBI FADILA	Univ. Tlemcen	Examinatrice
Mr. BENADDA LOTFI	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr. HABI MOHAMMED	Univ. Tlemcen	Co-Encadreur

Dédicace

À chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pensée pour se rappeler de ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans qu'on leur demande, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes qui en cru en nous et que grâce à qui notre bonheur et joie reviennent de droit, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur. Que le tout puissant nous garde ces personnes très chères à nos cœurs et ait pitié de ceux qui nous ont précédés à la vie éternelle.

Littéralement avec un cœur brisé, je dédie ce travail qui est l'accomplissement de longues années d'études à deux personnes qui me sont les plus chères,

A mon père que Dieu le miséricordieux l'accepte dans ses vastes paradis

J'écris ces mots avec les larmes aux yeux, mon père qui m'a laissé depuis 5ans, à l'âge de 17ans, au moment où j'avais le plus besoin de lui, je ne peux jamais décrire combien il est dur de vivre sans père, si tu peux m'entendre je veux te dire que tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme, je souhaiterais que tu sois à mes côtés en ce moment crucial de ma vie, mais ce que je souhaite le plus c'est que tu sois fier de moi là où tu reposes en paix.

A ma chère mère

Qu'elle a sacrifié sa vie pour voir ma réussite, qui a été à mes côtés aux moments les plus difficiles de ma vie, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie, ta présence est ma source de force et de tendresse, aucun dédicace ne saurait exprimer mon profond amour, j'espère ne jamais te décevoir ni trahir ta confiance, je te dois beaucoup pour tes sacrifices et ta patience toute ma vie...

Sara

Remerciement

Je remercie en premier lieu **ALLAH** le tout puissant qui m'a donné la force et la patience durant ces longues années d'études et qui m'a doté de la sagesse et de courage pour faire correctement ce modeste travail.

Aucun mot ne sera suffisant pour remercier ma mère pour ses sacrifices, ses contributions, son soutien et sa patience durant tout mon chemin d'étude.

Je ne serais comment remercier **Mr Benadda** qui était toujours disponible et à l'écoute tout au long de ce travail, ainsi pour ses recommandations mesurées, ses précieux conseils et pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute modestie, et sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Ainsi, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mon immense respect à **Mr Habi** pour sa disponibilité honorable et à l'intérêt constant qu'il a apporté à ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à **Mr Terki Hassaine** et **Mme Belarbi** qui ont accepté la charge de consulter ce mémoire et de l'enrichir par leurs propositions ainsi que pour leurs remarques constructives et leurs encouragements, je les remercie chaleureusement avec toute ma gratitude pour leur participation au jury.

Mes remerciements s'étendent également à toute l'équipe de bureau d'études **ENG.ET** - Imama-Tlemcen, spécialement **Mr Benichou** pour leurs réceptions et leurs bonnes humeurs.

De plus, mes sincères remerciements vont au corps professoral et administratif de la Faculté de Technologie -Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen- pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Enfin, je remercie toute personne qui m'a aidée et soutenue, de près ou de loin, pour l'aboutissement de ce travail.

Merci

RESUME

Le travail effectué dans ce mémoire de fin d'études concerne le dimensionnement de système composite d'alimentation en eau potable de la zone éparses de Souk-Tlata région de M'Sirda (Nord/Ouest de la Wilaya de Tlemcen). Notre système se compose d'une station de pompage, une station de reprise qui alimente deux réservoirs ainsi que deux réseaux de distribution de type ramifié alimentant les zones de l'ombre de Dar Mellah, Guenfoud et Dar Ali Morkrane. Les résultats de calculs de la simulation sur EPANET montre que notre circuit hydraulique que nous avons projeté sur AUTOCAD vérifie les conditions d'écoulement.

Les mots clés : AEP, dimensionnement, pompes, réservoirs, distribution.

ملخص

يهدف العمل المنجز في مذكرة التخرج إلى دراسة نظام مركب لتزويد المنطقة المتفرقة من سوق الثلاثاء، منطقة مسيردة (شمال / غرب ولاية تلمسان) يتكون نظامنا من محطة ضخ ومحطة استرجاع تزود بخزانين بالإضافة إلى شبكتي توزيع متفرعتين تزودان مناطق الظل بدار المالح وقنفود ودار علي مكران. تظهر نتائج الحساب والمحاكاة على EPANET أن دوائرنا الهيدروليكية التي عرضناها على AutoCAD تتحقق من ظروف التدفق.

الكلمات المفتاحية : منطقة الظل ، الدوائر الهيدروليكية ، أوتوكاد ، إبانيت ، المحاكاة.

ABSTRACT

The work carried out in this end-of-studies dissertation concerns the design of a composite drinking water supply system in the scattered area of Souk-Tlata, M'Sirda region (North/West of the Wilaya of Tlemcen). Our system consists of a pumping station, a recovery station which supplies two reservoirs as well as two branched-type distribution networks supplying the shadow areas of Dar El-Mellah, Guenfoud and Dar Ali Mokrane. The calculation and simulation results on EPANET show that our hydraulic circuit we projected on AutoCAD verifies the flow conditions.

Key words: Shadow zone, Hydraulic circuits, AutoCAD, EPANET, Simulations.

TABLE DES MATIERES**Chapitre I : Etude bibliographique des systèmes d'AEP**

I.1.	Introduction	2
I.2.	Stations de pompage	2
I.2.1.	Définition SP	2
I.2.2.	Equipements de la SP	3
I.2.3.	Dimensionnement d'une SP	4
I.2.3.4.	La hauteur manométrique totale HMT	5
I.2.3.5.	La puissance	5
I.2.3.6.	Le rendement	5
I.2.3.7.	Le point de fonctionnement	5
I.2.3.8.	L'anti bélier	6
I.3.	Adduction par refoulement	6
I.3.1.	Définition	6
I.3.2.	Dimensionnement de conduite de refoulement	7
I.3.2.1.	Calcul de diamètre économique	7
I.4.	Ouvrages de stockage	7
I.4.1.	Définition	7
I.4.2.	Principe de fonctionnement d'un réservoir	8
I.4.3.	Matérialisation de réservoir	8
I.4.4.	Classification des réservoirs	10
I.4.5.	Critères d'implantation d'un réservoir	10
I.4.5.1.	L'altitude du terrain naturel	10
I.4.5.2.	Proximité de l'ouvrage	10
I.4.6.	Calcul de la capacité d'un réservoir	11
I.5.	Adduction	11
I.5.1.	Définition	11
I.5.2.	Dimensionnement	11
I.5.2.1.	Conduite a écoulement gravitaire	11

I.6.	Distribution.....	11
I.6.1.	Définition	11
I.6.2.	Types de réseaux de distribution	12
I.6.2.1.	Réseau ramifié.....	12
I.6.2.2.	Réseau maille	12
I.6.2.3.	Réseau mixte.....	13
I.6.3.	Choix de matériaux de conduites.....	13
I.6.4.	Choix du tracé.....	13
I.7.	Ouvrages et pièces spéciaux connexes.....	13
I.7.1.	Brises charges	13
I.7.2.	By-pass	14
I.7.3.	Butée	14
I.7.4.	Les regards des pièces spéciaux	14

Chapitre II : Description de la zone d'étude

II.1.	Introduction	16
II.2.	Description de la zone d'étude	16
II.2.1.	Situation géographique	16
II.2.2.	Etude de milieu physique	18
II.2.2.1.	Topographie	18
II.2.2.2.	Climatologie.....	18
II.2.2.3.	Géologie.....	19
II.2.2.4.	Hydrogéologie.....	19
II.3.	Analyse démographique	20
II.3.1.	Population actuelle.....	20
II.3.2.	Estimation de la population future.....	20
II.4.	Détermination de débit d'alimentation.....	21
II.4.1.	Estimation des besoins domestiques	21
II.4.2.	Les besoins totaux	21
II.4.3.	Débit de pointe	22
II.5.	Situation hydraulique	23
II.5.1.	Description du système d'AEP.....	23

II.5.2. Ressources en eau dans la région	23
II.6. Etude de la balance besoin/ressource	23
II.7. Conclusion	23

Chapitre III : Dimensionnement de système d'AEP

III.1. Introduction	26
III.2. Dimensionnement des adductions	26
III.2.1. Introduction	26
III.2.2. Détermination du débit de pompage	28
III.2.3. Dimensionnement de l'adduction SP/SR	28
III.2.4. Dimensionnement de l'adduction SR/Piquage	29
III.2.5. Dimensionnement de l'adduction Piquage / Réservoir 1	29
III.2.6. Dimensionnement de l'adduction Piquage / Réservoir 2	29
III.3. Dimensionnement de la SP et SR	30
III.3.1. Calcul HMT et Puissance des pompes de la SP et la SR	30
III.3.1.1. Détermination de la HMT de la SP	30
III.3.1.2. Détermination de la HMT de la SR	31
III.3.1.3. Détermination de la HMT de Piquage /Réservoir 1	31
III.3.1.4. Détermination de la HMT de la Piquage /Réservoir 2	32
III.3.2. La Puissance :	32
III.3.2.1. La puissance de la pompe de SP	32
III.3.2.2. Puissance des pompes de la SR	33
III.3.3. Dimensionnement des bâches d'eau	33
III.3.4. Protection anti-Bélier de la SP et la SR	34
III.3.4.1. Protection anti-Bélier de la SR	34
III.4. Dimensionnement des Réservoirs	36
III.4.1. Capacité de Réservoir 1 (Dar Mellah)	36
III.4.2. Capacité Réservoir 2 (Guenfoud-Dar Ali Mokrane)	36
III.5. Dimensionnement de réseau de distribution	37
III.5.1. Calcul des débits	37
III.5.1.1. Débit de pointe	37
III.5.1.2. Débit spécifique	37

III.5.1.3. Débit de route	38
III.5.1.4. Débit aux nœuds	38
III.5.2. Dimensionnement du réseau de la zone 1	39
III.5.3. Dimensionnement du réseau de la zone 2	39
III.6. Conclusion	43

Chapitre IV : Simulation du Circuit Hydraulique sur EPANET

IV.1. Introduction.....	42
IV.2. Apport informatique	42
IV.3. Présentation du logiciel EPANET	42
IV.3.1. La modalisation hydraulique.....	43
IV.3.2. Etapes d'utilisation du logiciel EPANET	43
IV.3.3. Modélisation du réseau.....	44
IV.3.3.1. Première étape	44
IV.3.3.2. Deuxième étape	44
IV.3.3.3. Troisième étape.....	44
IV.4. Résultats de la simulation de refoulement	45
IV.5. Résultats de simulation des réseaux	46
IV.5.1. Résultats de la simulation réseau 1	46
IV.5.1.1. Au niveau des nœuds	46
IV.5.1.2. Au niveau des tronçons	46
IV.5.2. Résultats de la simulation réseau 2	47
IV.5.2.1. Au niveau des nœuds	47
IV.5.2.2. Au niveau des tronçons	48
IV.6. Synthèse.....	49

CONCLUSION GENERALE	51
---------------------------	----

Listes des figures

Figure 01 : Station de pompage.....	2
Figure 02 : Schéma de pompe centrifuge	3
Figure 03 : Réservoir anti-bélier.....	3
Figure 04 : Principe de fonctionnement de la bâche.....	4
Figure 05 : Courbe $Q= F$ (HMT).....	5
Figure 07 : Ouvrage de stockage d'eau.....	8
Figure 08 : Conduite d'adduction.....	9
Figure 09 : Conduite de distribution.....	9
Figure 10 : Conduite trop-plein.....	9
Figure 11 : Conduite de by-pass	10
Figure 12 : Schéma de réseau ramifié	12
Figure 13 : Schéma de réseau maillé.....	12
Figure 14 : Schéma de réseau mixte.....	13
Figure 15 : Situation géographique par rapport au chef-lieu de la Wilaya	16
Figure 16 : Situation géographique de la zone d'études	16
Figure 17 : Vue Aérienne de la zone d'étude.....	17
Figure 18 : Vue aérienne de l'agglomération Dar El Mellah	17
Figure 19 : Vue aérienne des agglomérations Guenfoud et Dar Ali Mokrane	17
Figure 20 : Extrait de la carte topographique de Souk Tlata.....	18
Figure 21: Carte climatologique de l'Algérie.....	18
Figure 22 : Coupe géologique	19
Figure 23 : Extrait de la carte hydrogéologique	19
Figure 24 : Adduction SP/SR	26
Figure 25 : Adduction SR/Piquage.....	27
Figure 26 : Adduction Piquage/Réservoir 1	27
Figure 27 : Adduction Piquage/Réservoir 2	28
Figure 28 : Abaque de l'Anti-bélier	35

Figure 29: Réseau de distribution de la zone 1	39
Figure 30 : Réseau de distribution de la zone 2	40
Figure 31 : Interface de l'EPANET.....	42
Figure 32: Résultats de la simulation	45
Figure 33 : Simulation réseau 1.....	47
Figure 34 : Simulation réseau 2	49

Liste des tableaux

Tableau 01 : Evaluation de la population à l’horizon 2050	20
Tableau 02 : Evaluation des besoins domestiques à l’horizon 2050	22
Tableau 03 : Evaluation de débit moyen à l’horizon 2050.....	22
Tableau 04 : Evaluation de débit de pointe à l’horizon 2050.....	22
Tableau 05 : Caractéristiques des adductions	30
Tableau 06 : Caractéristiques de pompage 1	32
Tableau 07 : Caractéristiques de la STR.....	33
Tableau 08 : Caractéristiques des réservoirs.....	36
Tableau 9 : Détermination de débit spécifique de la zone 1	38
Tableau 10: Détermination de débit spécifique de la zone 2	38
Tableau 11: Détermination des débits aux nœuds de la zone 1	41
Tableau 12: Détermination des débits aux nœuds de la zone 2.....	42
Tableau13 : Résultats de la simulation 1 (Pressions Et Charges)	46
Tableau 14 : Résultats de la simulation 1 (vitesses et diamètres)	46
Tableau 15 : Résultats de la simulation 2 (pressions et charges).....	47
Tableau 16 : Résultats de la simulation 2 (vitesses et diamètres)	48

LISTE DES SYMBOLES

CTN : Côte Terrain Naturel en (m).

CTP : Côte Trop Plein en (m).

D : Diamètre du tuyau en (m).

DN : Diamètre normalisé en (m).

D : Dotation moyenne journalière des consommateurs en l/j/hab.

dot : Dotation moyenne journalière de la consommation [l//j/hab].

g : Accélération de la pesanteur en m/s²

Ha : Hauteur d'aspiration en (m).

Hg : Hauteur géométrique en (m).

HMT: La hauteur manométrique totale en (m).

H : Hauteur totale du réservoir en (m).

n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.

PEHD : Polyéthylène haute densité.

Pn : population pour l'horizon considéré

P0 : population actuelle. **Re** : Nombre de Reynolds.

Qmoy.j : Consommation moyenne journalière [m³/j].

Qp : Débit de pointe en (l/s).

Qr : Débit en route (l/s).

Qn: Débit nodal de nœuds concerné (l/s).

Qsp : Débit spécifique en (l/s.ml).

R + : Valeur maximale dans le réservoir (%).

R - : Valeur minimale dans le réservoir (%).

R: Revanche en m (une épaisseur variante de 0,25 à 1m)

Ri : Reserve d'incendie.

S : Section de la conduite (m²).

SDEM : Station de dessalement des eaux de mer

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

T : taux de croissance (T=1,7%)

U0 : Volume d'air initial.

V : Vitesse d'écoulement en m/s.

v : Viscosité cinématique de l'eau

Vr : Volume de réservoir.

Vu : Volume utile.

Vt : Volume total.

Ve : la vitesse de l'eau en (m/s).

ρ : Masse volumique de l'eau.

η : Rendement de la pompe en (%).

λ : Coefficient de pertes de charge.

A decorative graphic on the right side of the page. It features three sets of concentric circles in shades of blue. The top set is the largest, the middle set is smaller, and the bottom set is the smallest. A thin blue line runs diagonally from the top-left towards the middle-right, passing through the circles. Another thin blue line runs diagonally from the top-right towards the bottom-right. A yellow pushpin is located in the top-left corner of the page.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est considérée comme un élément principal et un besoin fondamental et irremplaçable et que chaque être humain a le droit à l'eau salubre, malheureusement son acquisition n'est pas toujours possible, on trouve près d'un milliard de personnes vivent sans eau potable ce qui rend les responsables de la gestion de l'eau confrontés à la nécessité de faire des prévisions d'évolution beaucoup plus importante à la demande en eau.

La crise de l'eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays, l'Algérie est l'un des pays les plus touchés par cette problématique, elle était classée par l'OMS parmi les pays les plus déficitaires en eau, par son appartenance à la zone géographique « le Midwest et l'Afrique du Nord » et la totalité de son territoire (87%) classé en zone désertique, sa pluviométrie moyenne annuelle varie de 1600 mm dans l'extrême nord-est à 12 mm à l'extrême sud-ouest. Néanmoins, la pluviométrie moyenne du territoire, toutes zones confondues n'est que de l'ordre de 89 mm ; ce qui résulte le classement de l'Algérie parmi les 13 pays africains qui souffrent le plus du manque d'eau.[1]

De ce fait, les ressources conventionnelles en eau en Algérie sont devenues insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ce qui a incité les autorités à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de la population.[2]

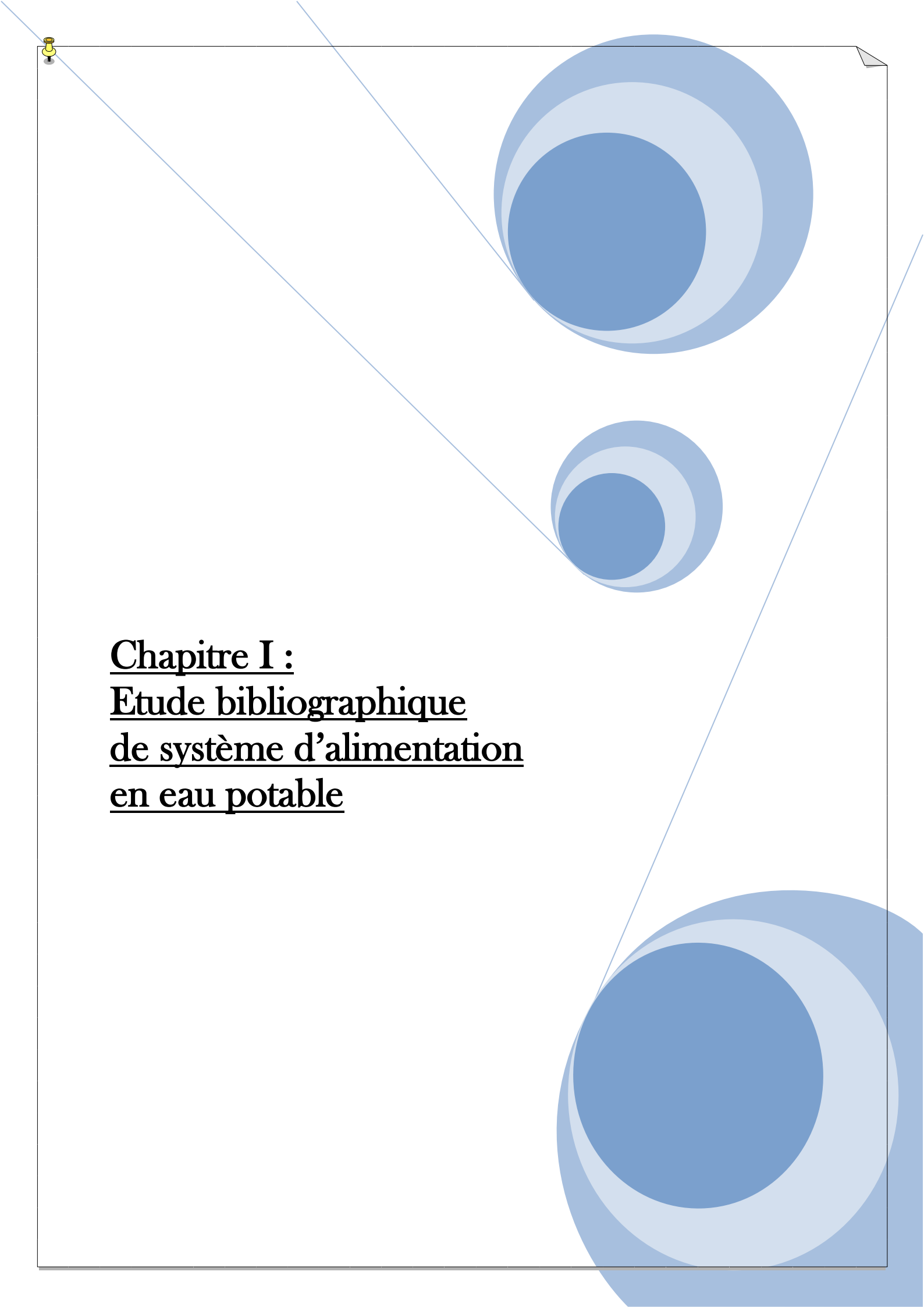
On considère que les zones d'ombre sont les plus touchées par cette crise de manque d'eau, les gens de ces zones de type éparses et hameaux souffrent en silence de l'absence du besoin le plus important qui est l'eau.[3]

Le gouvernement algérien a ainsi incité les autorités que l'approvisionnement et l'alimentation en eau potable notamment au profit des zones de l'ombre de tout le territoire national est l'un des priorités de son plan d'action en tant que leviers de développement et d'amélioration du cadre de vie du citoyen. [4]

Dans ce contexte s'inscrit notre projet de fin d'études qui vise à étudier le système composite d'alimentation en eau potable d'une zone de l'ombre par l'élaboration d'une étude rigoureuse composite depuis le point de captage de source jusqu'aux citoyen.

C'est ainsi que la présente étude s'articule sur quatre volets principaux :

- Une étude théorique générale des systèmes d'AEP,
- Description des caractéristiques de la zone d'étude et détermination des besoins en eau de la population,
- Dimensionnement des différentes parties composite de notre système d'AEP et
- Simulation des réseaux par logiciels.

A decorative graphic featuring three overlapping blue circles of varying sizes, arranged in a diagonal line from the top right towards the bottom right. A yellow pushpin is pinned to the top left corner of the page. The background is white with a thin black border.

Chapitre I :
Etude bibliographique
de système d'alimentation
en eau potable

I.1. Introduction

Un système d'Alimentation en Eau Potable (AEP) est un ensemble d'installations destinées à mettre à la disposition de l'utilisateur une eau saine et en quantité suffisante (débit et pression). Un projet adéquat d'AEP doit permettre la satisfaction des besoins à tout moment et de la manière la plus économique tout en respectant des critères de normes techniques et de niveaux de service. Dans ce chapitre on va étudier les différentes compositions qui doit comporter un système d'AEP depuis la source en eau jusqu'aux abonnés passant par la station de pompage, l'adduction par refoulement, les ouvrages de stockage, les adductions, les réseaux de distribution et en fin une partie concernant les différents pièces et ouvrages connexes d'un système d'AEP [5].

I.2. Stations de pompage (SP)

I.2.1. Définition SP

Une station de pompage (SP) désigne un ouvrage hydraulique installé sur un réseau d'approvisionnement en eau potable, composé de pompes qui servent à relever l'eau lorsque les écoulements ne peuvent pas être assurés par l'action de la gravité [6].



Figure 01 : Station de pompage [6]

Il existe de nombreux types de pompes mais généralement en alimentation en eau potable on utilise souvent des pompes de type centrifuge qui servent à accélérer le fluide qui les traverse en lui communiquant un mouvement rotatif à travers une roue qu'on l'appelle « impulseur ».

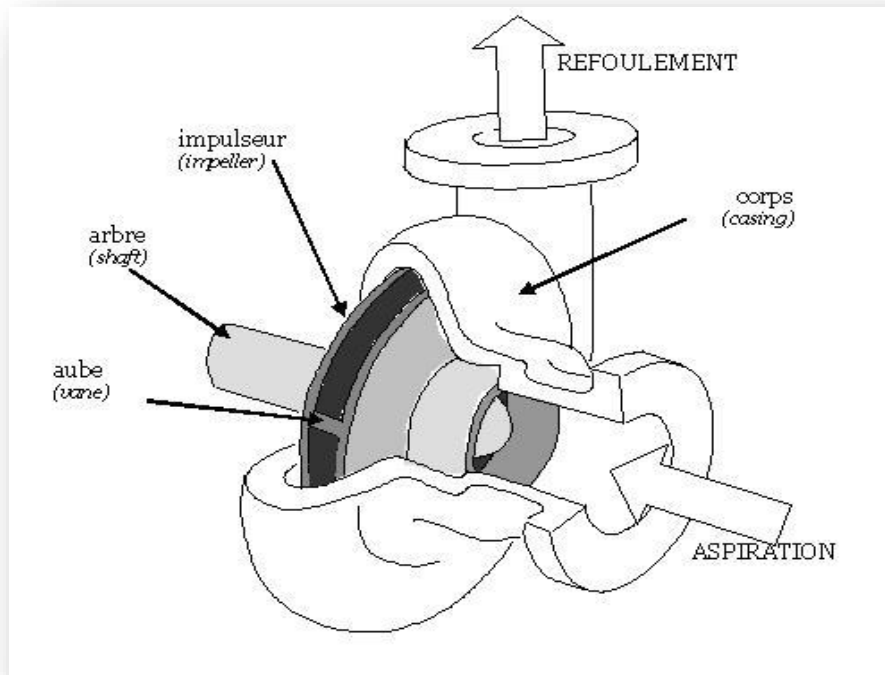


Figure 02 : Schéma de pompe centrifuge [6]

I.2.2. Equipements de la SP

Une station de pompage est dotée de plusieurs équipements, en l'occurrence :

- Crépine : elle évite l'entrée accidentelle des corps solides dans la pompe, elle est constituée par un cylindre perforé qui refuge le passage à des objets nettement plus petits que la grille.
- Conduite d'aspiration : sur la conduite d'aspiration, on évitera toute formation de poches d'air, d'où les parties horizontales comporteront une légère pente 2% montant en direction de la pompe, ceci permet l'évacuation permanente des bulles d'air.
- La ventouse : Elle a pour but d'assurer le dégazage de la conduite par l'évacuation de l'air que contient la conduite lors de la mise en fonctionnement pour laisser l'eau à mettre en place (et aussi dans autres cas pour laisser l'air s'entrer dans la conduite quand l'eau entre, pas le cas de la conduite d'aspiration).
- Conduit de refoulement : elle sert à véhiculer l'eau entre la pompe et le collecteur de refoulement.
- Conduite de vidange : elle existe le long de conduite de refoulement, elle sert à évacuer les eaux qui reste dans le collecteur de refoulement en cas de l'arrêt de la pompe.
- Soupape de décharge : cet équipement est destiné à limiter la surpression.
- Le réservoir d'air anti-bélier : une conduite qui permet la sortie de l'eau lors de la dépression et qui favorise les pertes de charge lors de la surpression.

[4]



Figure 03 : Réservoir anti-bélier[7]

- Bâche : les bâches permettent de limiter la fréquence des séquences de mise en route / arrêt des pompes et donc de limiter leur usure.[4]

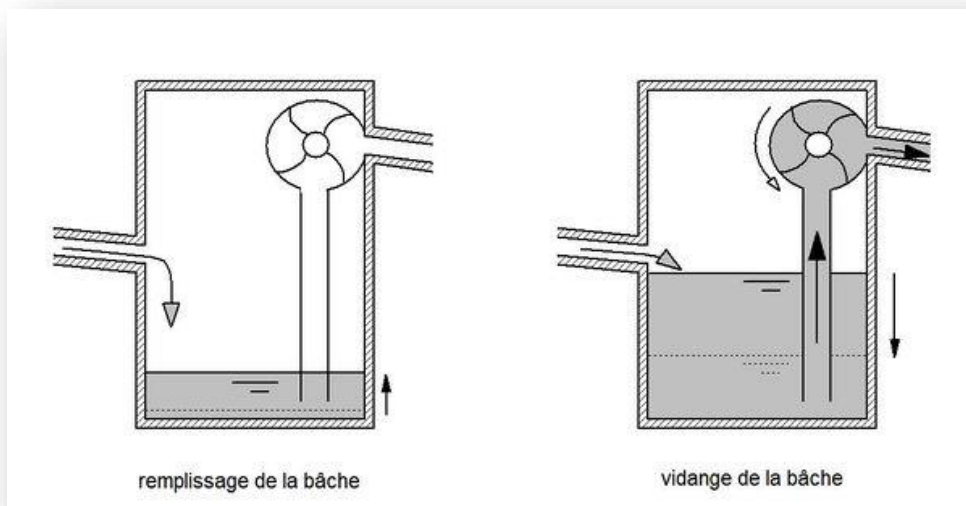


Figure 04 : Principe de fonctionnement de la bâche [7]

I.2.3. Dimensionnement d'une SP

I.2.3.4. La hauteur manométrique totale HMT

C'est un calcul qui permet de déterminer la pompe à eau qui correspondra le mieux à vos besoins. En effet, la HMT est la pression totale que doit fournir la pompe et se calcule par la loi :

$$HMT = H_g + \sum \Delta h \quad (1)$$

H_g : la hauteur géométrique qui est la somme verticale de la hauteur d'aspiration et la hauteur de refoulement,

$$H_g = H_{asp} + H_{ref} \quad (2)$$

$\sum \Delta h$: Somme des pertes de charge linéaires $\sum \Delta L$ et singulières $\sum \Delta S$.

$$\sum \Delta h = \sum h_L + \sum h_s \quad (3)$$

$$\sum h_L = \lambda \times \frac{v^2}{2g} \times \frac{L}{D} \quad (4)$$

$$\sum h_s = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

I.2.3.5. La puissance

Se calcule par la formule suivante :

$$P = \frac{\rho \times g \times HMT \times Q}{\eta} \quad (6)$$

I.2.3.6. Le rendement

Le rapport de la puissance utile P_u par la puissance absorbée P_a :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \quad (7)$$

I.2.3.7. Le point de fonctionnement

Représente l'intersection des courbes de la hauteur manométrique totale HMT et de débit.

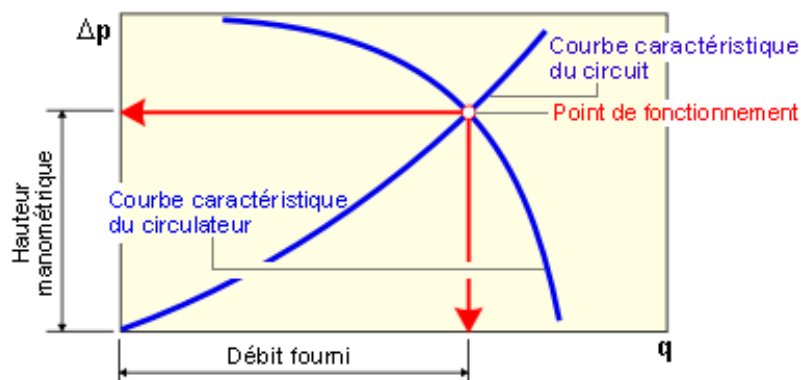


Figure 05 : Courbe Q= F (HMT)

(Source Google)

I.2.3.8. L'anti béliér

Le réservoir d'air est l'appareil le plus utilisé pour la protection contre le coup de bélier. C'est un récipient contenant de l'air comprimé dans sa partie supérieure et de l'eau dans sa partie inférieure.

Ces appareils sont aussi appelés : accumulateur, cloche à air, ballon d'air, réservoir anti-béliér...etc.

Par ailleurs, un compresseur d'air est habituellement utilisé pour garder le volume d'air dans certaines limites (à cause des fuites) d'une part, et d'autre part, un clapet anti-retour est souvent prévu entre la pompe et le ballon d'air.

Ce dispositif est très simple et protégera l'installation aussi bien contre les dépressions que contre les surpressions.

Suite à une disjonction, le clapet se ferme et à ce moment-là, la pression de l'air de la cloche est encore supérieure à celle qui s'exerce à l'autre extrémité de la conduite ; ainsi, une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite. Après diminution progressive, puis annulation de sa vitesse, l'eau de la conduite revient en arrière et remonte dans la cloche, et ainsi de suite.

La dissipation de l'énergie de l'eau peut être obtenue par le passage de celle-ci à travers un organe d'étranglement disposé à la base de la cloche. A cause du remplissage ou de la vidange du réservoir anti-béliér, l'air dans ce dispositif se comprime ou se dilate, et l'amplitude de la surpression et de la dépression seront réduites suite à la variation graduelle de la vitesse d'écoulement dans la conduite [9].

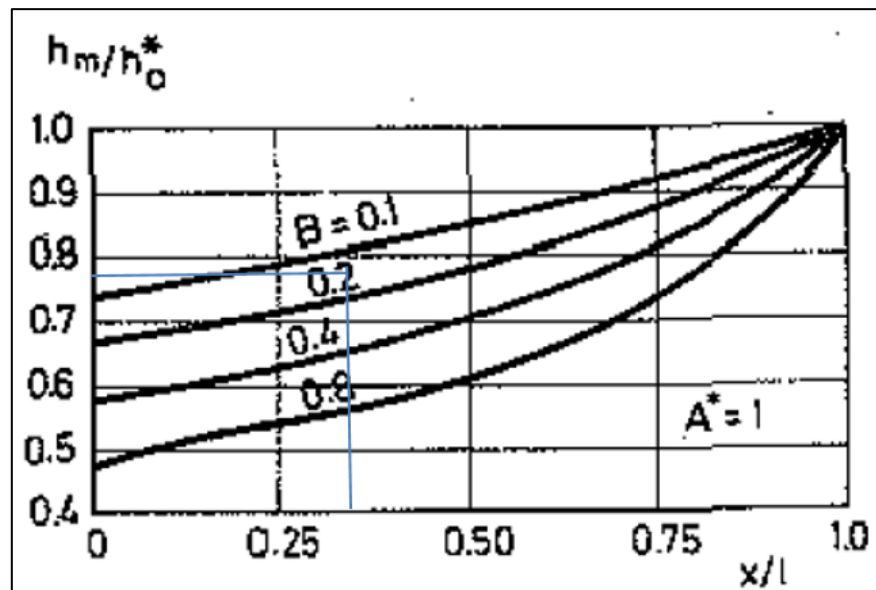


Figure 06 : Abaque de l'Anti-béliér[9]

I.3. Adduction par refoulement

I.3.1. Définition

Amener l'eau depuis sa source installée à un niveau inférieur vers les réservoirs de stockage qui se situent à un niveau d'altitude supérieure à travers des conduites d'élévation liées à une station de pompage.

I.3.2. Dimensionnement de conduite de refoulement

I.3.2.1. Calcul du diamètre économique

BONIN et BRESSE et VIBERT ont proposés les approches ci-après qui donnent un diamètre économique en mètre d'une seule conduite refoulant un débit Q en (m^3/s).

- La formule de BONIN : S'écrit comme suit :

$$\text{Déco} = \sqrt{Q} \quad (8)$$

D'où :

Déco : diamètre économique de la conduite (m)

Q : débit véhiculé par la conduite (m^3/s)

- La formule de BRESSE : S'écrit sous la forme,

$$\text{Déco} = 1.5 \times \sqrt{Q} \quad (9)$$

- La formule de VIBERT : En première approximation, le diamètre à choisir s'obtient à l'aide de la formule de VIBERT :

$$\text{Déco} = 1.456 \times \left(\frac{n \times e}{f}\right)^{0.154} \times Q^{0.46} \quad (10)$$

D'où :

D : diamètre économique de la conduite

f : prix de la conduite posée en francs

n : temps de fonctionnement journalier de la pompe en heures, divisé par 24.

Q : débit

e : prix du kilowattheure.

Par contre, le coefficient 1,456 tient compte d'un taux d'amortissement de 8% pendant 50 ans. Le diamètre Déco ainsi déterminé est un diamètre théorique, qui, sauf exception, ne coïncide pas avec un diamètre commercial.

En général, on réalise la conduite au moyen de tuyaux et accessoires du diamètre commercial immédiatement supérieur à D ; on peut aussi faire des calculs de rentabilité sur la base des diamètres commerciaux immédiatement inférieur et supérieur à D , et adopter alors celui d'entre eux qui paraîtra le plus convenable compte tenu des différentes données du problème[11].

I.4. Ouvrages de stockage

I.4.1. Définition

Les points de liaison entre les réseaux de distribution et d'adduction sont les ouvrages de stockage où aussi réservoirs.

Ces derniers sont des ouvrages hydrauliques destinés à stocker temporairement de l'eau en attendant sa distribution. Ils permettent l'accumulation des eaux et leur distribution d'une façon continue, et assurent la régularisation des débits et de pressions dans le réseau de distribution.

Leur dimensionnement doit être bien fait, pour assurer un bon fonctionnement dans le temps et une quantité nécessaire et suffisante lors des heures de pointe [12].



Figure 07 : Ouvrage de stockage d'eau[12]

I.4.2. Principe de fonctionnement d'un réservoir

Le principe de fonctionnement d'un réservoir est le suivant :

- Captage: l'eau est pompée soit des nappes, soit stations traitement ou d'un réservoir par un gros moteur suivant un large tuyau.
- Stockage: l'eau captée à l'aide des pompes est utilisée pour remplir le réservoir situé en haut. Cette eau constitue une importante retenue ou réserve.
- Distribution ou l'alimentation : le réservoir étant en hauteur, l'eau sort de ce réservoir avec une pression constante et alimente les tuyaux les agglomérations.[13]

I.4.3. Matérialisation de réservoir

Un réservoir est matérialisé par les équipements suivants :

- La cuve : destinée à stocker l'eau provenant de la station de traitement ou du forage.
- La conduite d'adduction : destinée à conduire les eaux d'alimentation à la cuve. Sa limite supérieure donnée est le niveau maximum de l'eau dans la cuve.

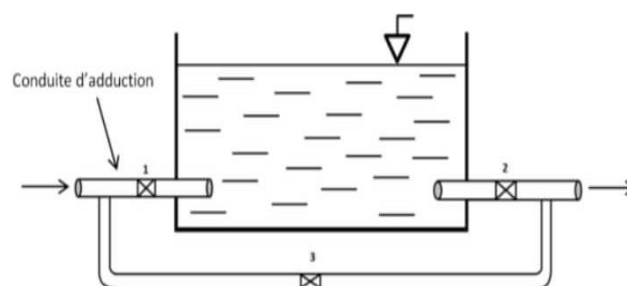


Figure 08 : Conduite d'adduction[14]

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

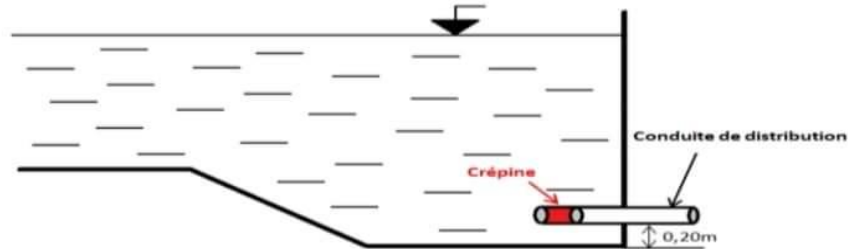


Figure 09 : Conduite de distribution[14]

- Conduite de vidange : elle se situe à la base de la cuve et permet l'évacuation de l'eau au besoin de nettoyage ou autres travaux.
- Conduite du trop-plein : C'est une conduite qui assure l'évacuation du débit d'adduction excédentaire lors de l'atteinte d'un niveau maximal dans le réservoir.

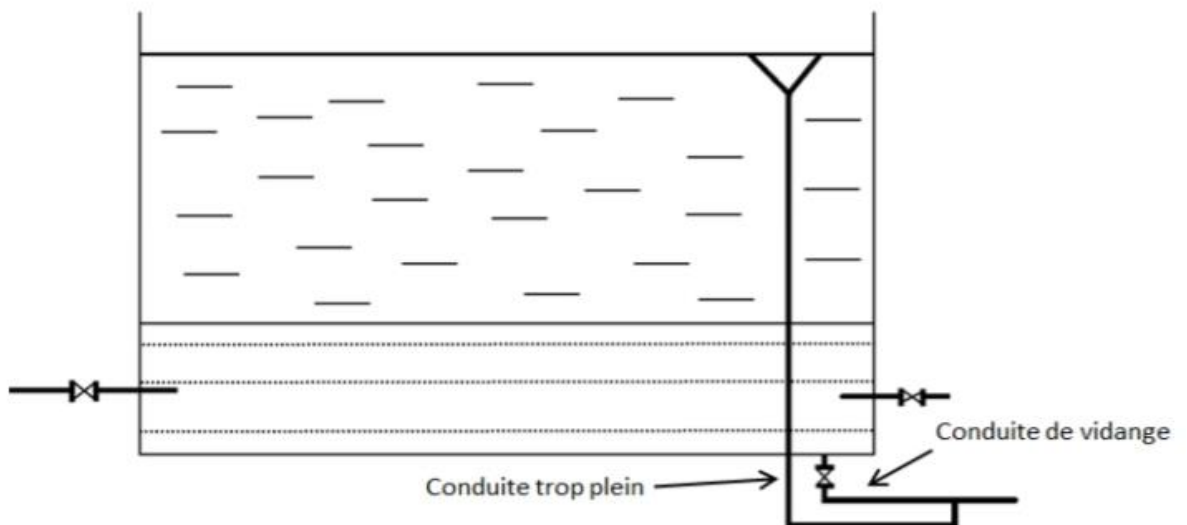


Figure 10 : Conduite trop-plein[14]

- Le by-pass ou système by-pass : il est constitué d'un ensemble de robinet vannes permettant l'isolement de la cuve à travers une connexion entre la conduite de distribution et celle d'adduction. Les vanne (1) et (2) sont fermées et la (3) est ouverte.

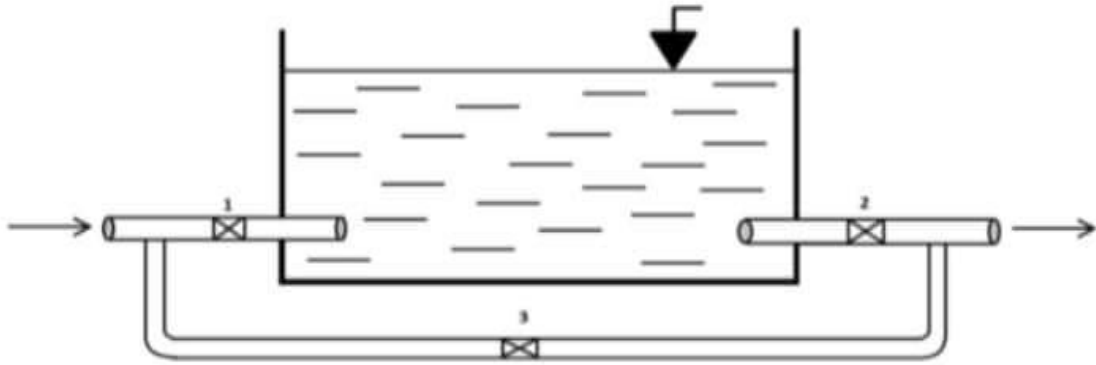


Figure 11 : Conduite de by-pass[14]

[14]

I.4.4. Classification des réservoirs

Les réservoirs, pour accomplir convenablement les fonctions auxquelles ils sont conçus, peuvent occuper les différentes dispositions suivantes :

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Sur sol, Sur tour ou surélevé (château d'eau).

De multiples facteurs interviennent dans la détermination du type de réservoir :

- Conditions topographiques de la région à desservir.
- Conditions hydrauliques de la distribution : volume du réservoir, pression à assurer.
- Type de décideur : maître d'ouvrage, maître d'œuvre ou exploitation.

I.4.5. Critères d'implantation d'un réservoir

Le site d'implantation d'un réservoir de stockage tient compte de deux paramètres essentiels à savoir:

I.4.5.1. L'altitude du terrain naturel

Les zones surélevées constituent des sites privilégiés d'implantation d'un ouvrage de stockage d'eau. Le relief élevé du terrain naturel permet d'économiser en termes de construction (hauteur de l'ouvrage réduite dont un gain de matériaux) tout en augmentant la charge de l'eau dans les conduites du réseau de distribution dont un gain en énergie de pompage.

I.4.5.2. Proximité de l'ouvrage

La proximité du réservoir d'eau dans les agglomérations représente un critère non négligeable dans la détermination du site d'implantation.

En effet, elle permet (proximité) le coût d'investissement du réseau de liquidité. Le choix définitif du site résultera alors d'une analyse économique des deux critères précédents. D'autres critères inclus également sur ce choix du site à savoir la nature du sol de fondation et de l'accessibilité du site [15].

I.4.6. Calcul de la capacité d'un réservoir

Le volume d'eau à stocker peut être réparti sur un ou plusieurs réservoirs en fonction de l'importance de la collectivité à alimenter.

La capacité d'un réservoir doit être estimée en tenant compte des variations de débit à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situées en amont, et d'autre part de la variabilité de la demande.

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

$$V_u = K \times Q_{\max j} [12] \quad (11)$$

Avec :

K : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

$Q_{\max j}$: La consommation maximale journalière (m^3/j).

I.5. Adduction

I.5.1. Définition

L'adduction est le transfert de l'eau de réservoir de stockage vers les réservoirs de distribution. On distingue généralement deux types d'adduction, gravitaire où forcée.[13]

I.5.2. Dimensionnement

I.5.2.1. Conduite a écoulement gravitaire

Se fait parla formule de Manning-Strickler qui est une formule empirique d'estimation de la vitesse moyenne d'un liquide s'écoulant en surface libre [14] :

$$v = k_s \times R_h^{2/3} \times i^{1/2} [17] \quad (13)$$

D'où :

V : Vitesse moyenne de la section transversale (m/s)

K_s : Coefficient de Strickler

R_h : Rayon hydraulique (m)

i : Pente hydraulique (m/m)

I.6. Distribution

I.6.1. Définition

Après avoir évalué les besoins en eau de l'agglomération, calculé le réseau d'adduction, la station de pompage et la protection des conduites contre le coup de Bélier.

Il sera question de concevoir et dimensionner le réseau de distribution qu'il va assurer l'alimentation en eau 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 [18].

I.6.2. Types de réseaux de distribution

Les réseaux de distribution peuvent être classés comme suit :

I.6.2.1. Réseau ramifié

On les appelle ainsi grâce à leur structure arborisante fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales leur inconvénient.

C'est que dans les conduites il n'y a qu'un seul cheminement possible, en cas d'incident sur la conduite principale, toute la partie aval sera privée d'eau.

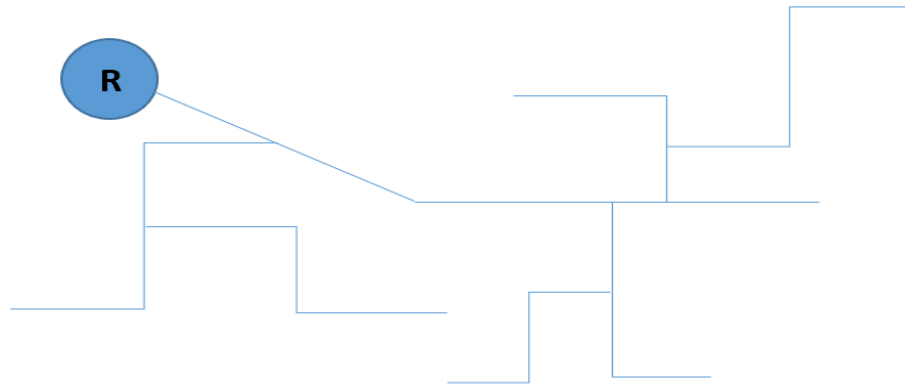


Figure 12 : Schéma de réseau ramifié

I.6.2.2. Réseau maille

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

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines.

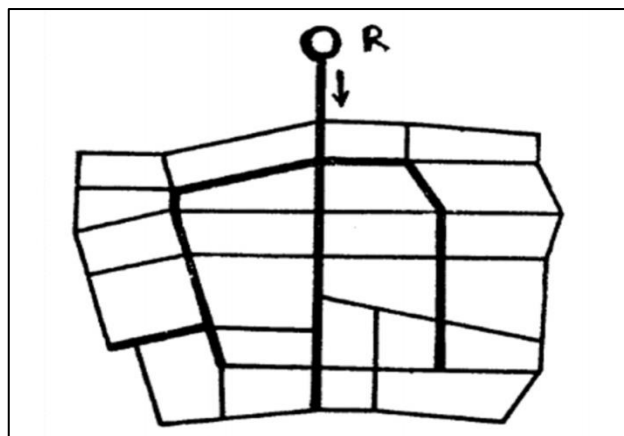


Figure 13 : Schéma de réseau maillé[19]

I.6.2.3. Réseau mixte

Un réseau est dit mixte (maillé-ramifié), lorsque ce dernier constitue une partie ramifiée et une autre maillée.

Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par les ramifications issues des mailles utilisées dans le centre-ville[19].

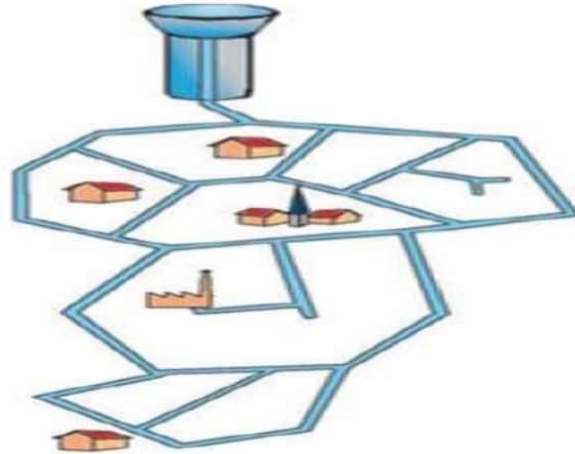


Figure 14 : Schéma de réseau mixte[19]

I.6.3. Choix de matériaux de conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.) [20].

I.6.4. Choix du tracé

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

- Minimiser le nombre de passage difficiles (traversée de route, de ravine,...etc.).
- Eviter les pentes trop fortes.
- Eviter les zones rocheuses : une tranchée devra être creusée.
- Préférer les zones accessibles, le long des chemins existants (routes, ...etc.).
- Penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation.

I.7. Ouvrages et pièces spéciaux connexes

I.7.1. Brises charges

Sont des ouvrages placés au niveau des conduites de distribution d'eau, son installation permet de réduire les pressions dans les conduites et les pressions de service au niveau des ouvrages de distribution [21].

I.7.2. By-pass

C'est une pièce placée entre l'aspiration et le refoulement de la pompe, il est muni d'un clapet fermé lorsque la pompe fonctionne normalement, au moment d'un arrêt brusque de la pompe, la dépression dans la conduite provoque l'ouverture du clapet et se trouve aussi limitée à la pression H_a existant à l'aspiration. Le clapet interdit le retour d'eau [22].

I.7.3. Butée

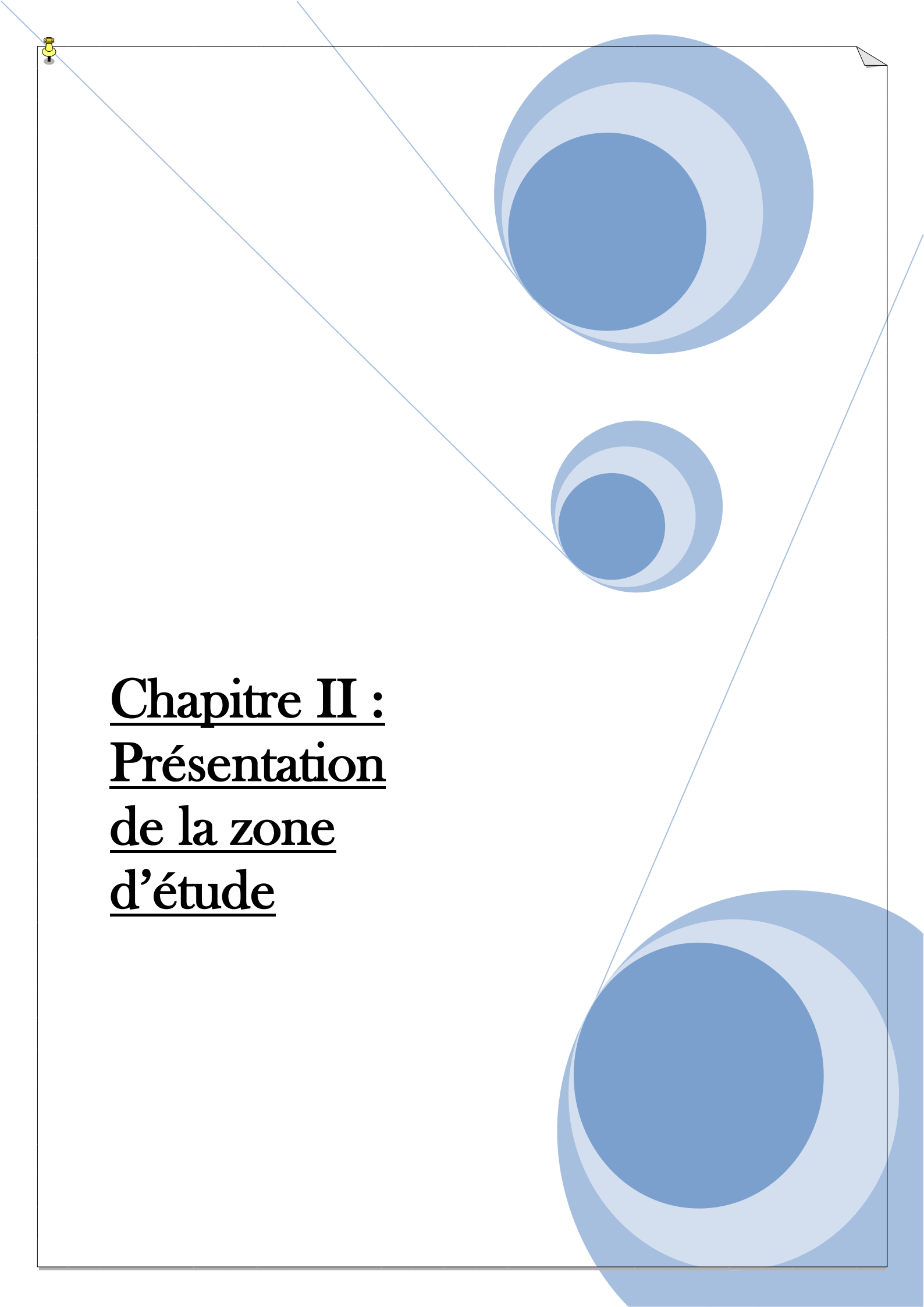
L'installation de butées hydrauliques offre une protection accrue contre les chocs dus aux erreurs de manipulation. En effet, la butée hydraulique permet de dissiper l'énergie plus efficacement protégeant ainsi votre équipement de dommage structural ainsi que les dommages aux composantes électroniques [23].

I.7.4. Les regards des pièces spéciaux

Dans un réseau d'alimentation en eau potable, il existe différents autres équipements et installations hydrauliques placés sur les réseaux, dont le fonctionnement est dépendant soit à la gestion ou le fonctionnement hydraulique.

Il s'agit principalement de :

- Vannes (de sectionnement, règlement de débit, ...etc.).
- Ventouses (au niveau des points hauts du réseau).
- Vidanges (au niveau des points bas du réseau).
- Clapets (protection contre le retour d'eau dans certains cas).
- Regards pour pièces spéciales.
- Regards pour capteurs d'asservissement.
- Autres équipements.

A decorative graphic featuring three overlapping blue circles of varying sizes, arranged in a diagonal line from the top right to the bottom right. A thin blue line runs diagonally from the top left to the bottom right, passing through the circles. A yellow pushpin is located in the top left corner of the page.

Chapitre II :
Présentation
de la zone
d'étude

II.1. Introduction

Ce chapitre consiste à développer deux points essentiels. Le premier point est consacré à la présentation de l'aire d'étude de point de vue géographique, topographique, géologique, climatique et hydrogéologique ; et le deuxième point est consacré à estimer les besoins en eau qui sont nécessaires pour le dimensionnement du système d'alimentation en eau potable.

II.2. Description de la zone d'étude

II.2.1. Situation géographique

Souk-Tlata concernée par la présente étude est située dans la région de M'Sirda, distante de 80 Km vol d'oiseau à l'extrême Nord/Ouest du chef-lieu de la Wilaya de Tlemcen.

Elle est limitée au Nord par la mer méditerrané, à l'Ouest par la commune de Bab El Assa, au Sud par la commune de Sidi Boudjenane et à l'Est par la commune de Tounane-Souahlia[23].



(Extrait de la vue satellite GoogleEarth 2022)

Figure 15 : Situation géographique par rapport au chef-lieu de la Wilaya



Figure 16 : Situation géographique de la zone d'études

(Source Google Maps)



Figure 17 : Vue Aérienne de la zone d'étude

(Google-Earth 05/2022)



Figure 18 : Vue aérienne de l'agglomération Dar El Mellah

(Google-Earth 05/2022)



Figure 19 : Vue aérienne des agglomérations Guenfoud et Dar Ali Mokrane

(Google-Earth 06/2022)

II.2.2. Étude de milieu physique

Le milieu physique concerne l'étude des caractéristiques régionales de la zone concernée par le projet ; il s'agit de :

- La topographie ;
- La climatologie ;
- La géologie ;
- L'hydrogéologie.

II.2.2.1. Topographie

La zone étudiée présente un terrain avec un relief très accidentée (une grande falaise au milieu) variant d'une altitude de 273 m jusqu'au 510 m.



Figure 20 : Extrait de la carte topographique de Souk Tlata[26]

II.2.2.2. Climatologie

Selon la carte de l'ANRH, la zone d'étude appartient à un climat semi-humide, pluvieux et froid en hivers, chaud en été, dont la précipitation moyenne annuelle varie entre 420 mm et 447 mm [25].

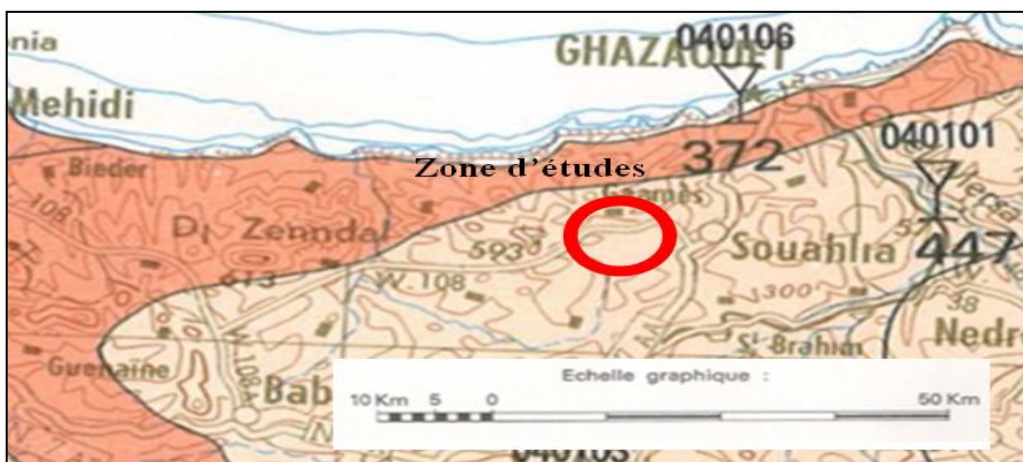


Figure 21: Carte climatologique de l'Algérie[27]

Quant aux températures moyennes mensuelles et annuelles ils réagissent directement sur le climat en intervention avec les autres facteurs météorologiques.

Selon le diagramme de température de l'ANRH le mois le plus froid est celui de Décembre avec 7,1°C. Quant au mois le plus chaud est celui d'Août dont la moyenne atteint 31,2°C. Alors que la moyenne annuelle est de 21°C.

II.2.2.3. Géologie

La géologie de la région est de type Miocène inférieur dite 'Burdigalien' qui concerne essentiellement les marnes, et aussi de type Jurassique inférieur dite 'Lias', qui se caractérise par les calcaires massifs [27].

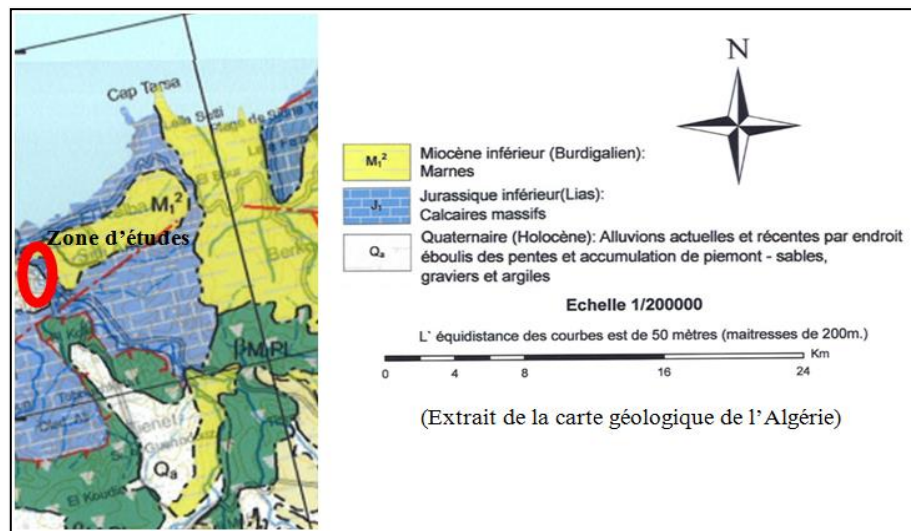


Figure 22 : Coupe géologique[27]

II.2.2.4. Hydrogéologie

La région a une perméabilité des fissures moyenne et aussi une perméabilité d'interstices moyenne est située dans un aquifère possédant des ressources limitées. L'eau est de qualité amère [27].

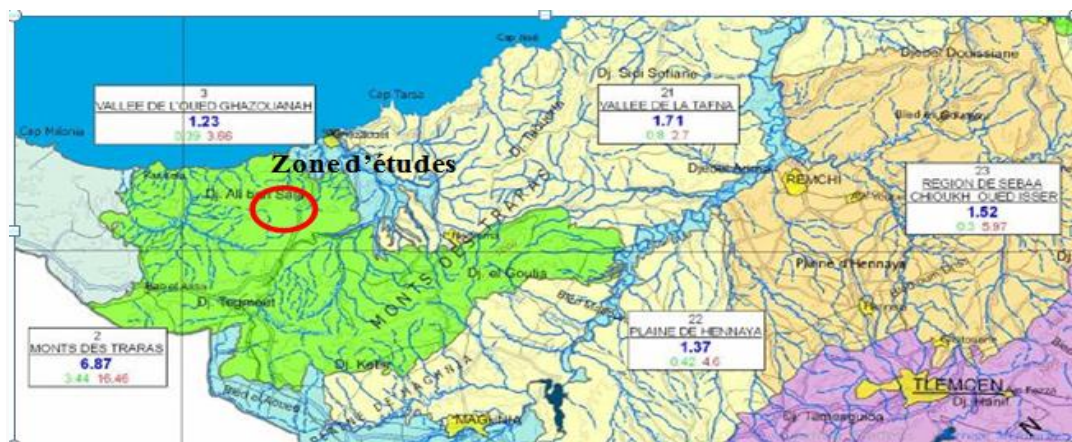


Figure 23 : Extrait de la carte hydrogéologique[27]

II.3. Analyse démographique

La démographie est l'étude quantitative et qualitative de l'âge des populations et de leurs dynamiques, à partir de caractéristiques telles que la natalité, la fécondité, la mortalité, la nuptialité et la migration.

Le démographe analyse les variations de ces phénomènes dans le temps et dans l'espace, en fonction des milieux socio-économiques et culturels.

Dans le domaine de l'alimentation en eau potable, la détermination de la croissance démographique aura des répercussions sur l'estimation et la satisfaction des besoins de la population en eau potable, et aussi sur le dimensionnements des différents ouvrages hydrauliques.

Dans chaque étude démographique on est obligé de prendre en considération la croissance dans les horizons futurs, pour assurer le bon fonctionnement de ses ouvrages, et la satisfaction des besoins dans les années prochaines.

II.3.1. Population actuelle

Selon le service communal chargé du recensement de la population, indique que la zone éparsée de Souk-Tlata contient 536 habitants (2017), dont Dar Mellah compte 25 habitants, Dar Ali Mokran 403 et Guenfoud 108, le taux d'accroissement suit celui de la Wilaya de 1.2 % [28].

II.3.2. Estimation de la population future

La détermination de l'évaluation de la population repose sur la relation des croissances finies donnée par :

$$P_F = P_A \times (1 + \alpha)^N \quad (15)$$

P_F : Population futur.

P_A : Population actuelle.

α : Taux de croissance.

N : Nombre d'année d'évaluation.

S'agissant d'un projet permettant le bénéfice d'un ouvrage hydraulique de stockage (type Génie-civil) avec projection d'un système de conduites d'alimentation en eau (En matière Polyéthylène), dont la durée de vie est moyennant $N = 33$ ans ; la population future est donc estimée à :

Tableau 01 : Evaluation de la population à l'horizon 2050

	Dar Mellah	Dar Ali Mokran	Guenfoud	Total
Population Actuelle (Habitant)	25	403	108	536
Population Future (Habitant)	37	597	161	795

A partir de l'équation 15, la population de l'agglomération de Souk-Tlata à long terme s'élèvera à 795 habitants.

II.4. Détermination de débit d'alimentation

Souk Tlata est un regroupement de population en évolution, la détermination des besoins est donc basée sur une dotation de 150 L/j/habitant (Zone extensible et demande en évolution) qui sera suffisantes pour satisfaire les besoins de toute la population pour le long terme.

II.4.1. Estimation des besoins domestiques

Les besoins de la population où le débit moyen journalier est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy.j}} = N \times \text{dot} \quad (16)$$

Avec :

$Q_{\text{moy.j}}$: Débit d'alimentation moyen

Dot : Dotation moyenne journalière de la consommation en L/j/habitant

N : nombre de consommateur

Les deux agglomérations Dar Ali Mokrane et Guenfoud sont juxtaposées donc ils ont le même réseau.

Le tableau 02, montre la consommation moyenne journalière en m³/j à différents horizons :

Tableau 02 : Evaluation des besoins domestiques à l'horizon 2050

	Dar Mellah	Dar Ali Mokran	Guenfoud	Total
Population Future (Habitant)	38	598	161	795
Dotation (l/jr/hab)	150	150	150	150
Besoins domestiques (m³/j)	5.55	89.6	24.01	119.18

II.4.2. Les besoins totaux

Pour éviter toute insuffisance dans la consommation journalière, et pour combler les fuites qui sont dues, soit :

- A la consommation non quantifiée (illégal).
- Aux fuites dans le réseau d'adduction.
- Aux fuites dans le système de distribution qui sont en fonction du type de tuyau, Vieillessement du réseau.

- Les différents équipements (mosquées, hammams, centres de santé, complexes sportifs, administrations, écoles ...etc.).
- La nature du terrain et la qualité d'entretien.
- Soit aux fuites chez le consommateur (robinets).
- A la qualité de pose.

La consommation moyenne journalière est donc majorée de **15%**

Le tableau ci-dessous présente le débit moyen journalier de la population, vu que les deux localités Dar Ali Mokrane et Guenfoud sont juxtaposées, elles seront considérées ensemble :

Tableau 03 : Evaluation de débit moyen à l'horizon 2050

	Dar Mellah	Dar Ali Mokran	Guenfoud	Dar Ali Mokrane et Guenfoud	Total
Besoins totaux (m³/j)	6.39	103.05	27.61	130.66	137.06

II.4.3. Débit de pointe

Le débit de pointe estimé pour le dimensionnement du réseau hydraulique d'alimentation en eau potable (AEP), est basé sur le calcul du coefficient de pointe (K_p) qui est directement liée au débit moyen calculé, elle est donnée par la relation :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad (18)$$

Le débit de pointe (Q_p) est ainsi égal à :

$$Q_p = K_p \times Q_{moy,j} \quad (19)$$

Le tableau ci-dessous présente le débit de pointe en m³/j de la population à long terme.

Tableau 04 : Evaluation de débit de pointe à l'horizon 2050

	Dar Mellah	Dar Ali Mokrane et Guenfoud	Total
K_p	3.5	3.5	3.4
Q_{pointe} (l/s)	0,22	5,34	5,56

II.5. Situation hydraulique

II.5.1. Description du système d'AEP

Les réseaux d'eau sont formés d'ensemble d'infrastructures qui doivent véhiculer jusqu'aux points prévus une eau de bonne qualité, en quantité suffisante et avec le moins de défaillance possible.

Cette eau doit être propre à la consommation, exempte de matière nocives et de microbes dangereux, et conserver impérativement ses qualités jusqu'aux points de consommation.

Dans notre cas, le système d'alimentation en eau se comporte de :

- Station de pompage SP.
- La conduite forcée SP – station de reprise SR.
- La station de reprise SR.
- L'adduction de refoulement station de reprise – réservoir.
- Le réservoir de stockage.
- L'adduction forcée de distribution

II.5.2. Ressources en eau dans la région

La production d'eau du système d'AEP de Souk-Tlata est assurée par trois origines principales :

- La SDEM : station de dessalement de l'eau de mer qui est à l'arrêt et les ingénieurs travaillent à la remettre en marche.
- Le champ de captage de Zouia, constitué de 6 forages un de ces forages alimente notre région avec un débit de 5 l/s.
- Le forage Amère en arrêt

II.6. Etude de la balance besoin/ressource

D'après les calculs précédents on trouve que le débit de pointe à long terme dépassera le débit de forage qui alimente la totalité de la zone éparsée de Souk-Tlata et qui est estimé de 5 l/s.

$$Q_p > Q_{\text{forage}}$$

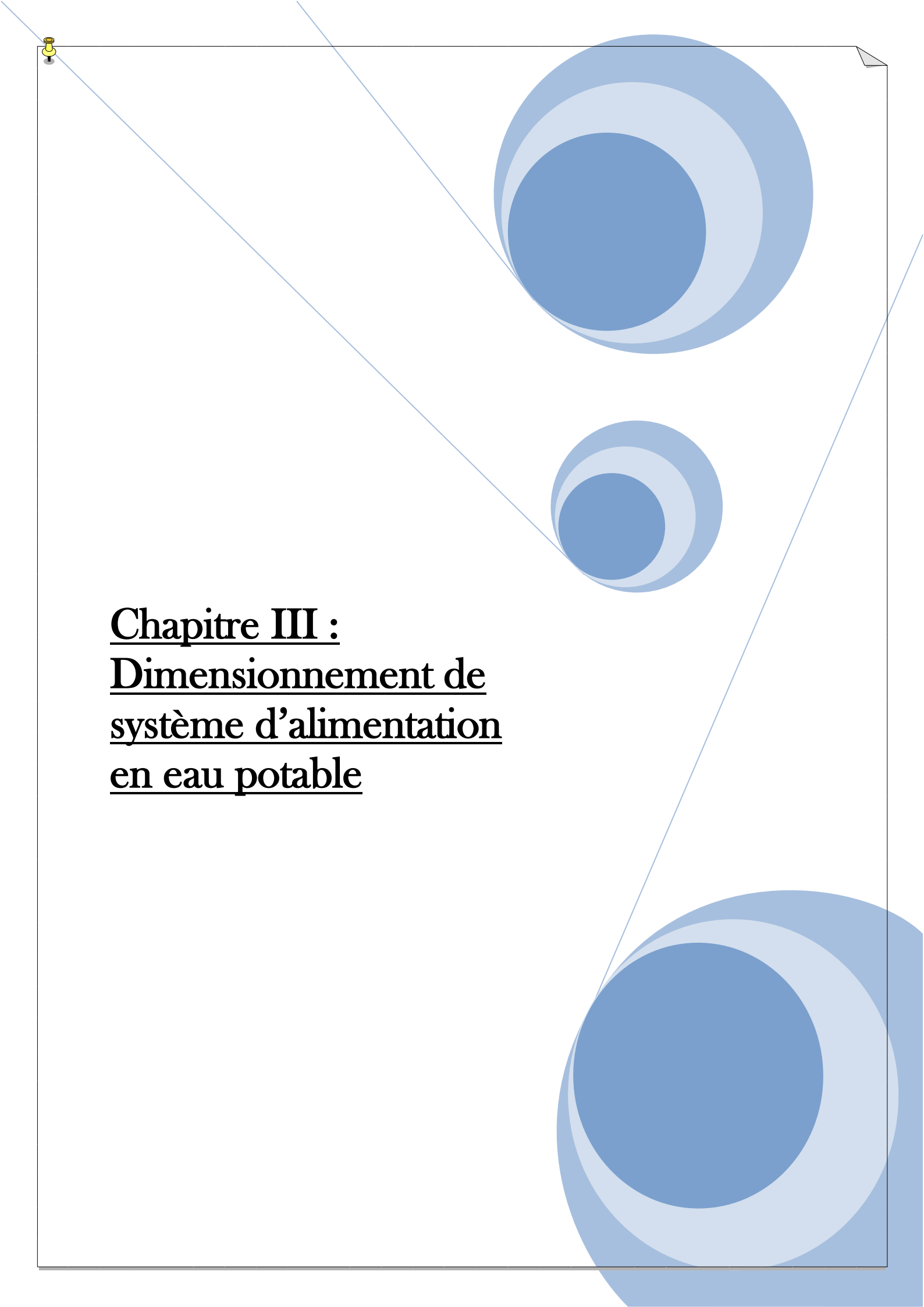
Le débit de forage deviendra insuffisant donc il faut trouver d'autre ressource en eau pour satisfaire les besoins de la population.

II.7. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons essayé de présenter toutes les données nécessaires relatives à la région d'étude de point de vue milieu physique.

Nous avons aussi procédé aux différents calculs des besoins en eau des populations des trois agglomérations de l'ombre étudiées sur la base de l'estimation de leurs habitants futurs correspondent.

Nous avons ainsi déduit les différents débits variables dans le temps qui vont nous servir comme base de dimensionnement du système d'alimentation en eau potable permettant de garantir la consommation en eau potable de ces agglomérations en question.

A decorative graphic featuring three overlapping blue circles of varying sizes, arranged in a diagonal line from the top right to the bottom right. A thin blue line runs diagonally across the page, passing through the circles. In the top left corner, there is a small yellow pushpin icon. The entire page is framed by a thin black border.

Chapitre III :
Dimensionnement de
système d'alimentation
en eau potable

III.1. Introduction

Le chapitre présent consiste à dimensionner un l'ensemble d'ouvrages hydrauliques de notre projet d'AEP et qui sont :

- La station de pompage (SP).
- La station de reprise (SR).
- Les adductions de refoulement.
- Les réservoirs de stockage.
- Les réseaux de distribution.

III.2. Dimensionnement des adductions

III.2.1. Introduction

Il s'agit de dimensionner quatre conduites d'adduction que nous avons projeté sur AutoCAD (figure 22) :

- Celle reliant la station de pompage (SP) à la station de reprise (SR).

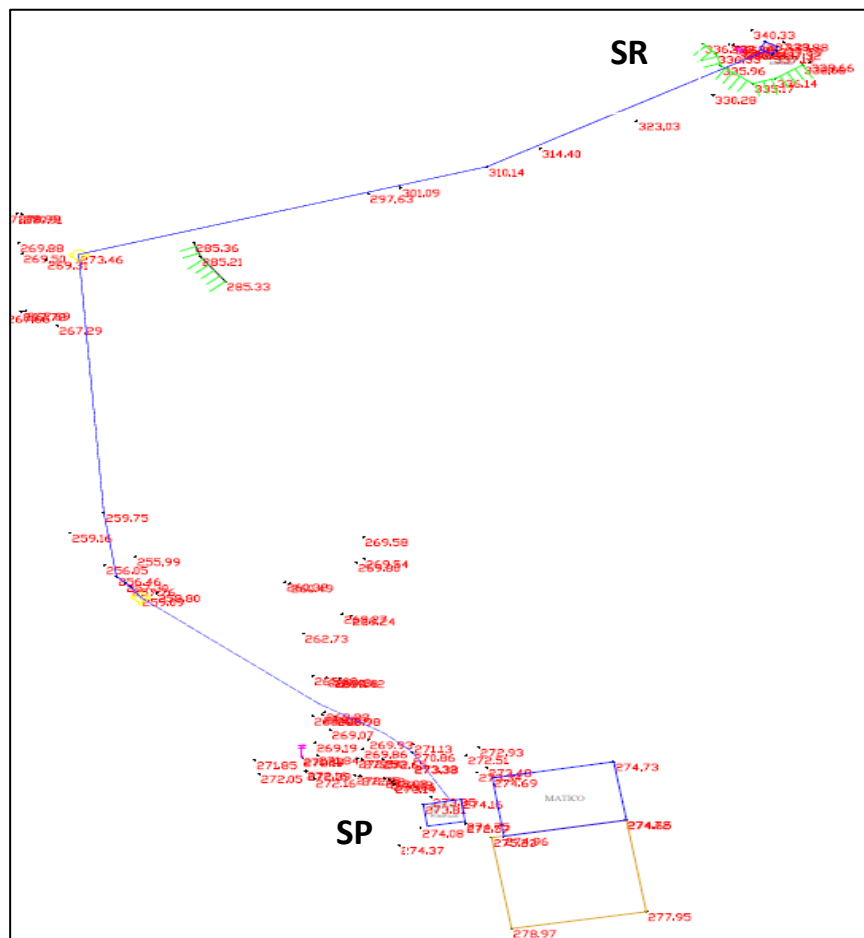


Figure 24 : Adduction SP/SR

- L'adduction de la station de reprise jusqu'au point de piquage de l'agglomération Dar El-Mellah.

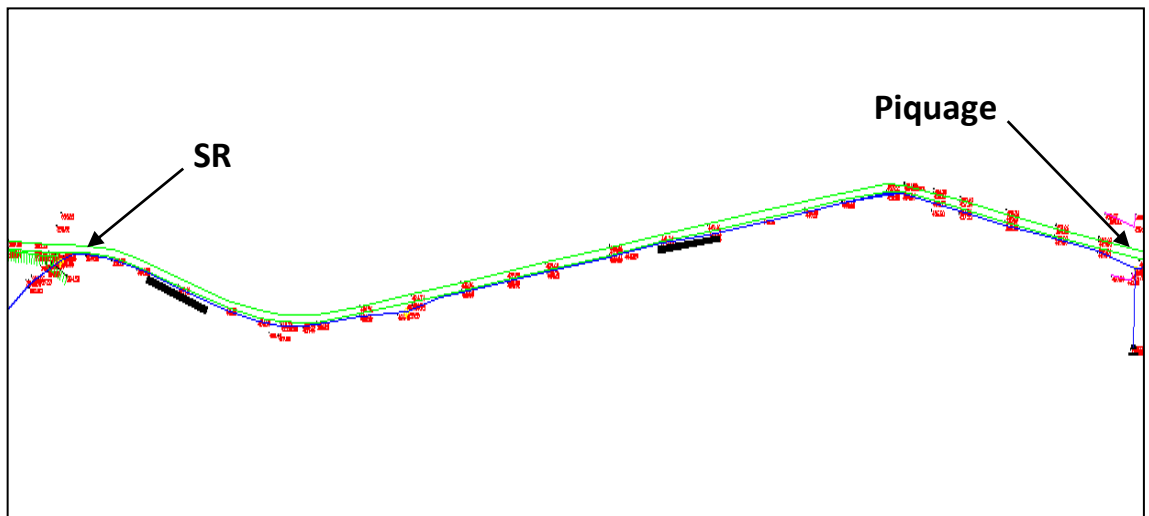


Figure 25 : Adduction SR/Piquage

- L'adduction du point du piquage jusqu'au réservoir 1 de Dar El-Mellah.

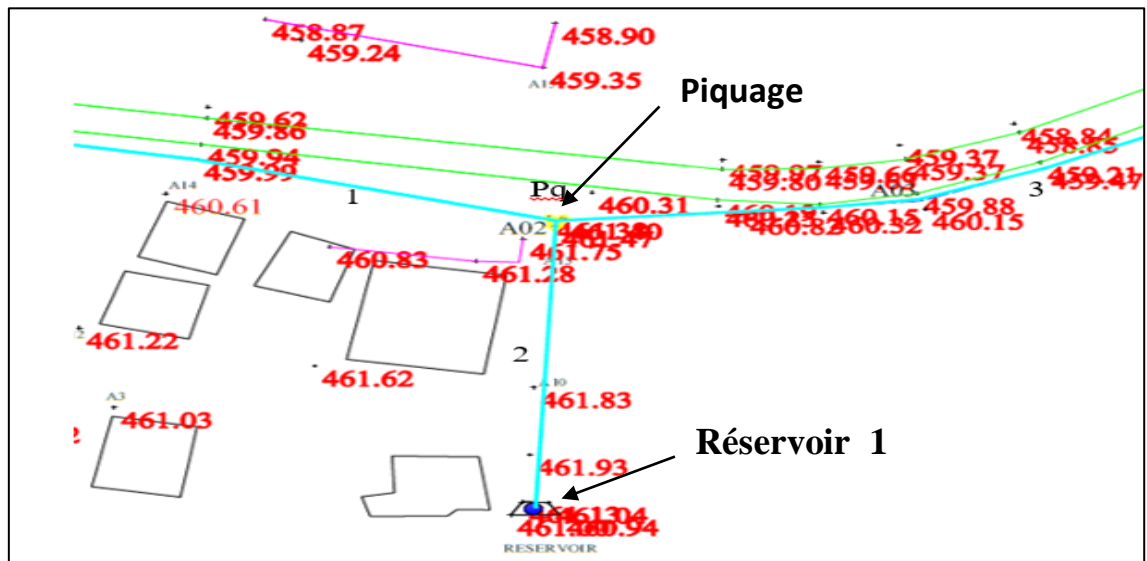


Figure 26 : Adduction Piquage/Réservoir 1

- L'adduction du point du piquage jusqu'au réservoir 2 alimentant les agglomérations Guenfoud et Dar Ali Mokrane.

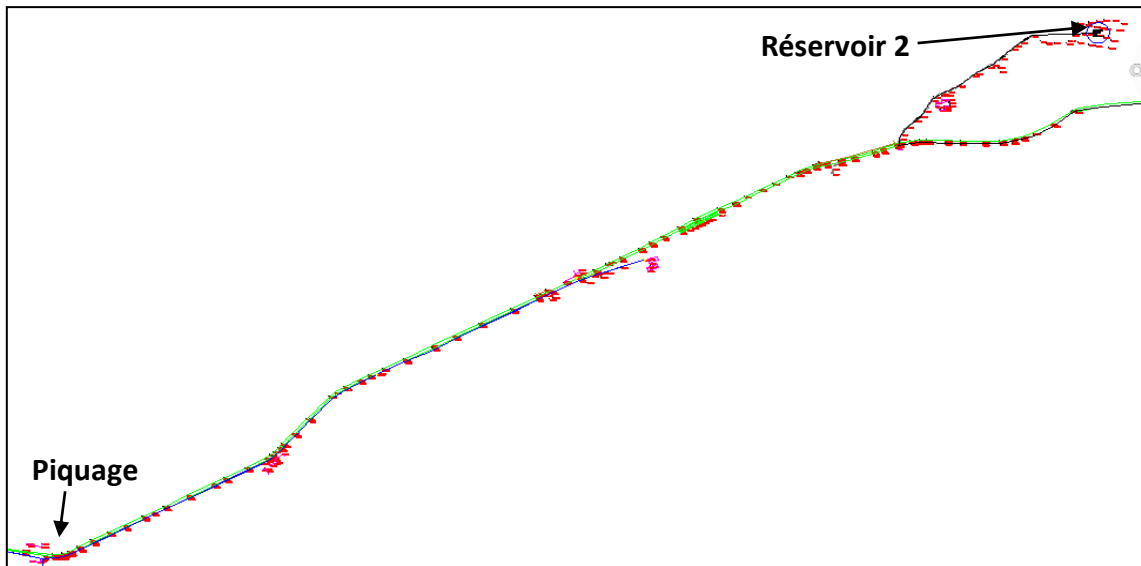


Figure 27 : Adduction Piquage/Réservoir 2

III.2.2. Détermination du débit de pompage

Le dimensionnement des adductions dépend du débit de pompage, celui-ci correspond au débit moyen journalier en considérant la durée de pompage. Dans notre cas la durée de fonctionnement des pompes est de 16 H/j.

Le débit de pompage (Q_{Pp}) est donné par la relation :

$$Q_{Pompé} = 24/16 Q_{moy j} \quad (22)$$

III.2.3. Dimensionnement de l'adduction SP/SR

Le débit moyen journalier est de :

$$Q_{moy,j} = 137,06 m^3/j$$

Ainsi le débit pompé est de :

$$Q_{pompé} = 205.59 m^3/j = 0.0023 m^3/s$$

Le diamètre de la conduite de refoulement est déterminé par plusieurs formules, dans notre cas nous avons considéré la relation de BRESSE :

$$D = 1.5 \times Q_{pompé}^{0.5} \quad (23)$$

Le diamètre est alors de :

$$D = 0,073 \text{ m}$$

Soit un diamètre normalisé de la conduite de :

$$\text{DN110 mm en PEHD (e = 10 mm)}$$

Le diamètre intérieur se calcule par la formule :

$$D_{int} = D_{ext} - 2 \times e \quad (24)$$

$$D_{int} = 0.09 \text{ m}$$

La surface est déterminée par:

$$S = \frac{\pi \times D_{int}^2}{4} \quad (25)$$

$$S = 0,00636 \text{ m}^2$$

La vitesse d'écoulement est tirée par l'équation de continuité et est égale à:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (26)$$

$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

Avec :

v : le volume (m³)

s : la section (m²)

Remarque sur les vitesses : puisque on a un nombre de population très faible et ainsi des débits sont faible et aussi on peut pas diminuer les diamètres normalisés (DN63 PN16 est la norme) on a trouvé des vitesses faible mais les pressions sont assurées.

III.2.4. Dimensionnement de l'adduction SR/Piquage

Le débit pompé par la SR vers le point de piquage est le même débit de pompage entre la SP et la SR. Alors, on considère le même diamètre avec les mêmes conditions d'écoulement :

DN110 mm en PEHD

$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

III.2.5. Dimensionnement de l'adduction Piquage / Réservoir 1

Après le passage de débit par le point de piquage, un débit Q₂ passe au réservoir 1 pour alimenter l'agglomération de Dar Mellah :

Le débit moyen de Dar Mellah est de :

$$Q_{moy,j} = 6.4 \text{ m}^3/\text{j}$$

S'agissant d'un temps de fonctionnement des pompes de 16 heures par jour, le débit de pompage est de :

$$Q_{2,pompé} = 9.6 \text{ m}^3/\text{j} = 0,00011 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le diamètre de la conduite de refoulement est déterminé par la relation (23) est égale à :

$$D = 0,0155 \text{ m}$$

Le diamètre normalisé de la conduite choisi est de :

DN63 mm en PEHD PN16

La surface est égale à:

$$S = 0.0025 \text{ m}^2$$

La vitesse d'écoulement est égale à:

$$V = 0.10 \text{ m/s}$$

III.2.6. Dimensionnement de l'adduction Piquage / Réservoir 2

Après le passage de débit par le point de piquage, un autre débit Q3 passe au réservoir 2 pour alimenter les agglomérations de Dar Ali Mokrane et Guenfoud :

Le débit moyen de la population correspondant est de :

$$Q_{\text{moy},j} = 130.66 \text{ m}^3/\text{j}$$

S'agissant d'un temps de fonctionnement des pompes de 16 heures par jour, le débit de pompage est de :

$$Q_{\text{pompe}} = 195.9 \text{ m}^3/\text{j} = 0.0022 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le diamètre de la conduite de refoulement est égale à :

$$D=0,071 \text{ m}$$

Le diamètre normalisé de la conduite choisi est de :

$$\text{DN90 mm en PEHD PN16}$$

La surface est égale à:

$$S = 0.0046 \text{ m}^2$$

La vitesse d'écoulement est égale à:

$$V = 0.5 \text{ m/s}$$

Le tableau suivant résume les diamètres des différentes adductions

Tableau 05 : Caractéristiques des adductions

Adductions	Diamètres (mm)
SP – SR	110
SR – Piquage	110
Piquage – R1 (Dar El-Mellah)	63
Piquage – R2 (Guénfoud et Dar Ali Mokrane)	90

III.3. Dimensionnement de la SP et SR

III.3.1. Calcul HMT et Puissance des pompes de la SP et la SR

Le choix des pompes des stations de pompage dépend de deux paramètres important ; à savoir :

- La Hauteur Manométrique Totale(HMT) et
- La Puissance des pompes.

III.3.1.1. Détermination de la HMT de la SP/SR

La Hauteur Manométrique Totale de refoulement est donnée par :

$$HMT = H_g + \Sigma \Delta H_{\text{Ref}} \quad (29)$$

La hauteur géométrique (H_g) est la différence de dénivelée entre la SP et la SR,

$$H_g = CR - CP \quad (30)$$

La cote de la SP est de 270.81 et la cote de la SR est de 338.29 alors la hauteur géométrique est égale à :

$$H_g = 67,48 \text{ m}$$

La $\Sigma\Delta H_{\text{Ref}}$ correspond aux pertes de charge totales égales à :

$$\Sigma\Delta H_{\text{Ref}} = \Delta HL + \Delta Hs \quad (31)$$

Avec :

ΔHL : Perte de charge linéaire :

$$\Delta HL = \lambda \frac{v^2 L}{2g D} \quad (32)$$

L : Longueur de la conduite d'adduction :

λ : Coefficient de perte de charge est déterminé par itération en utilisant la relation de Coolbrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 D} + \frac{2,5}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (33)$$

ε : Coefficient de rugosité du matériau ($\varepsilon = 3 \times 10^{-3}$ m).

Re : Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{v D}{\nu} \quad (33)$$

ν : viscosité cinématique de l'eau ($\nu = 10^{-6}$ m²/s).

Le nombre de Reynolds est égale à :

$$Re = 33663,23$$

La valeur de λ d'après la relation (33) est de :

$$\lambda = 0,0606$$

ΔHs : Perte de charge singulière :

$$\Delta Hs = 10\% \Delta HL \quad (34)$$

Ainsi les résultats déterminant $\Sigma\Delta H_{\text{Ref}}$ sont :

$$\Delta HL = 2,78 \text{ m}$$

Les pertes de charge singulières sont estimées de 10% :

$$\Delta Hs = 0,27 \text{ m}$$

$$\Sigma\Delta H = 3,061 \text{ m}$$

Ainsi la HMT est égale à :

$$HMT = 70,54 \text{ m}$$

III.3.1.2. Détermination de la HMT de la SR/piquage

La station de reprise projetée à une cote de 338.2 refoule l'eau au point de piquage de la cote 460.38, sur une longueur de 1577,2 m.

Ainsi le calcul de la HMT est de :

$$Hg = 122,09 \text{ m}$$

Puisque on a le même débit moyen de la SP alors on a la même valeur de λ et le même Re .

Les pertes de charge linéaire sont calculées d'après la relation (32) :

$$\Sigma\Delta HL = 7,57 \text{ m}$$

$$\Sigma\Delta Hs = 0,75 \text{ m}$$

$$\Sigma\Delta HT = 8,33 \text{ m}$$

Ainsi, la hauteur manométrique totale est égale à :

$$HMT = 130,42 \text{ m}$$

III.3.1.3. Détermination de la HMT de Piquage /Réservoir 1

La cote de point de piquage est de 460.38 est et la cote de réservoir 1 est de 465.13 alors la hauteur géométrique est de :

$$\begin{aligned} H_g &= 4.75 \\ Re &= 2475.74 \end{aligned}$$

On a trouvé que $Re < 3000$, donc il s'agit d'un régime laminaire :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{64}{Re} \\ \lambda &= 0.023 \\ \Sigma \Delta H_L &= 0.0037 \\ \Sigma \Delta H_s &= 0.00037 \text{ m} \\ \Sigma \Delta H &= 0.0041 \text{ m} \end{aligned}$$

La hauteur manométrique totale est égale à :

$$HMT = 135.17 \text{ m}$$

III.3.1.4. Détermination de la HMT de la Piquage /Réservoir 2

La cote à l'entrée du réservoir est de 515,78 m, les résultats de calcul de la HMT est de :

$$\begin{aligned} H_g &= 55.4 \text{ m} \\ Re &= 37607.03 \end{aligned}$$

Le calcul de lambda se fait par itération et elle égale à :

$$\lambda = 0,06469$$

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta H_L &= 30.9 \text{ m} \\ \Sigma \Delta H_s &= 3.09 \text{ m} \\ \Sigma \Delta H_T &= 33.99 \text{ m} \end{aligned}$$

Ainsi, le résultat de la hauteur manométrique totale est de :

$$HMT = 219.81 \text{ m}$$

III.3.2. La Puissance :

La puissance de la pompe est donnée par la relation :

$$P = \frac{\rho \times g \times HMT \times Q}{\eta} \quad (35)$$

Avec :

- ρ : masse volumique de l'eau (10^3 Kg/m^3).
- g : pesanteur ($9,81 \text{ m/s}^2$).
- η : rendement de la pompe (70%).

III.3.2.1. La puissance de la pompe de SP

D'après la relation (35) la puissance est de :

$$P = 2352,36 \text{ W}$$

La pompe à choisir à une puissance de :

$$P = 5,0KW$$

On résume les résultats obtenus de pompage de la station de pompage STP dans le tableau ci-dessous :

Tableau 06 : Caractéristiques de pompage 1

Caractéristiques de pompage	Valeurs
$Q_{\text{pompe}} \text{ (L/s)}$	2.3
DN PN16	110
Vitesse (m/s)	0.4
HMT (m)	70.54
P (KW)	5.0

III.3.2.2. Puissance des pompes de la SR

On calcule la puissance de la station de reprise d'après la relation (35) en considérant la hauteur manométrique totale la plus élevée est qui est de 219.81m alors la puissance est égale à :

$$P = 6987,998148 \text{ watt}$$

On prend une pompe de puissance de :

$$P = 10,0 \text{ KW}$$

On résume dans le tableau ci-dessous, les caractéristiques de la station de relevage STR :

Tableau 07 : Caractéristiques de la STR

Caractéristiques de pompage	Valeurs
Nombre de pompe	02
HMT maximale (m)	219,81
P (KW)	10

III.3.3. Dimensionnement des baches d'eau

Le volume de bache d'eau des stations de pompage dépend de la zone de marnage dans le volume est donné par la relation :

$$V_b = \left| \frac{Q_{Pp} \times \frac{1}{N_d}}{4 (N_p - 1)} \right| \quad (27)$$

Avec :

- N_d : Nombre de démarrage des pompes (3 fois par heures dans notre cas).
 N_p : Nombre des pompes (2 pompes dans notre cas dont une de secours).

Vu que la puissance de la 1^{ère} pompe (de la station de pompage) et la 2^{ème} pompage (de la station de reprise) sont très faible on considère un nombre de démarrage de pompe de 3 fois par heure.

Et puisque on a le même débit de pompage, les deux baches de la station de pompage et de la station de reprise, on des baches de même volume.

Alors :

$$V_{bache} = 22,04m^3$$

On considère des baches à eau de forme carrée, ayant la dimension (S) de :

$$S = (4 \times 4) m^2 = 16 m^2$$

Ainsi, la hauteur de la zone de marnage est de :

$$H = \frac{V_{Bache}}{S} \quad (28)$$

Alors la hauteur est de :

$$H = 1,38 m$$

III.3.4. Protection anti-Bélier de la SP et la SR

Une station de pompage, les pompes doivent être protégées contre tout choc suite à un retour brusque d'eau par un système dit « anti-bélier », surtout pour les pompes ayant une pression supérieure à 8 Bars (dépression de 80 mCE) et une puissance supérieure de 10 KW.

Vu que la STP à des pompes ayant une faible HMT et puissance, on considère donc seulement des clapets anti-retour sur les canalisations de refoulement pour éviter tout choc.

Les pompes, par contre, elles sont dotées de petits ballons anti-bélier de 50 Litres de capacité.

III.3.4.1. Protection anti-Bélier de la SR

En plus des clapets anti-retours, les pompes de la STR elles sont protégées par un système anti-bélier type ballon d'air, la pression initiale est de :

$$H_0 = H_{g_{max}} + \Delta H_{max} + H_{atm} \quad (36)$$

Avec :

- $H_{g_{max}}$: Hauteur géométrique maximale (177,49 m).
 ΔH_{max} : Pertes de charge maximale (40,96 m).
 H_{atm} : Pression atmosphérique (10,30 mCE).

$$H_0 = 228,75 mCE$$

La pression atmosphérique étant de 10,3 mCE, et la valeur de dépression maximale est fixée à 80 mCE, la pression de choc maximale au pied des pompes est de :

$$H_m = 90,3 \text{ mCE}$$

La valeur de H_m/H_0 est de 0.39, sachant que la section de la matière de la conduite est de $0,0064 \text{ m}^2$ et son volume intérieur est de $V = 29,13 \text{ m}^3$, en considérant un le coefficient du polyéthylène est de $K = 83$, la célérité calculé par la relation suivante sera égale à :

$$c = \frac{9900}{48,5 + \sqrt{\frac{DN}{Q}}}$$

$$c = 351,01 \text{ m/s}$$

La valeur de la compression linéaire (x/l) donnée par la relation suivante, sera égale à :

$$A = \frac{c \times V}{g \times H_0}$$

$$A = 0,06$$

A partir de l'abaque, la valeur B du choc due à la pression, calculé par interpolation, est égale à :

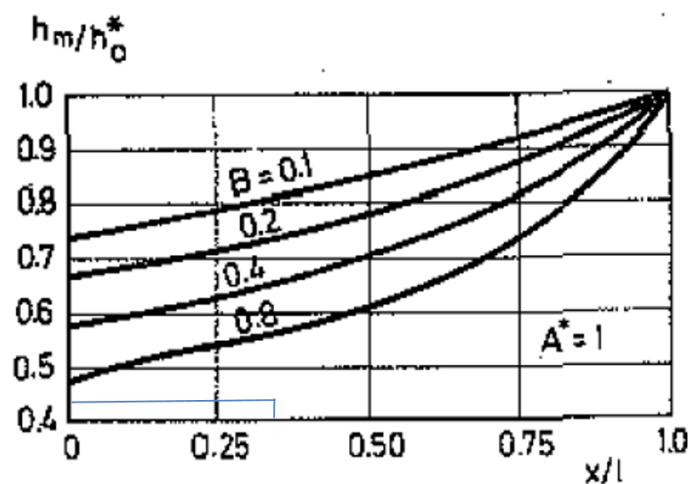


Figure N°28 : Abaque de l'Anti-bélier [7]

$$B = 0,98$$

Le volume du réservoir anti-bélier est calculé par la relation suivante :

$$VAB = \frac{V^2}{g \times H_0} \times \frac{V}{B}$$

$$VAB = 1,7256 \text{ m}^3$$

On considère un ballon d'air de protection anti-bélier d'un volume de :

$$V_{\text{Anti-Bélier}} = 2000 \text{ Litres}$$

La hauteur et le diamètre du ballon anti-bélier installé sont de :

$$H_{\text{Anti-Bélier}} = 2.0\text{m}$$

$$D_{\text{Anti-Bélier}} = 1.1\text{m}$$

III.4. Dimensionnement des Réservoirs

III.4.1. Capacité de Réservoir 1 (Dar Mellah)

Le dimensionnement de réservoir dépend de son alimentation de consommation journalière. Le débit moyen journalier de la localité de Dar Mellah est égale à :

$$Q_{\text{moy,j}} = 6,39\text{m}^3/\text{j}$$

Soit un volume d'eau égale à :

$$V = 6,39\text{m}^3$$

En considérant 25% comme réserve incendie, la capacité totale du réservoir est égale à :

$$V_{\text{réservoir1}} = 7,98\text{m}^3$$

Alors on considère un petit réservoir de stockage de 25m^3 . La hauteur d'eau dans le réservoir est de :

$$H_{\text{rés1}} = 3\text{m}$$

Le diamètre de réservoir 1 est de :

$$D_{\text{rés1}} = 3.5\text{ m}$$

III.4.2. Capacité Réservoir 2 (Guenfoud-Dar Ali Mokrane)

Les deux agglomérations Dar Ali Mokrane et Guenfoud sont juxtaposées, alors on a mis un seul réservoir pour les alimenter. Le débit moyen journalier des ces deux agglomérations est égale à :

$$Q_{\text{moy,j}} = 130,66\text{ m}^3/\text{j}$$

Soit un volume d'eau est égale à :

$$V = 130,66\text{ m}^3/\text{j}$$

En considérant 25% comme réserve incendie, la capacité totale du réservoir est égale à :

$$V_{\text{réservoir2}} = 163,32\text{ m}^3$$

On considère un réservoir d'une capacité de :

$$V_{\text{réservoir2}} = 200\text{ m}^3$$

$$H_{\text{rés2}} = 5\text{m}$$

Le diamètre de réservoir 2 est de :

$$D_{\text{rés1}} = 7.2\text{ m}$$

On résume les résultats obtenus des deux réservoirs dans le tableau ci-dessous :

Tableau 08 : Caractéristiques des réservoirs

	Réservoir 1	Réservoir 2
Q_{moy,j} (m³/j)	6,39	130,66
V (m³)	6,39	130,66
Vi (m³)	1,54	31,51
Vtotal	25	200
H (m)	3	5
D (m)	3,5	7,2

Remarque :

La position des deux réservoirs par rapport au terrain naturel sera déterminée après le calcul des pressions au niveau des réseaux d'AEP.

III.5. Dimensionnement de réseau de distribution

Après avoir évalué les besoins en eau, dimensionné le réseau d'adduction et la station de pompage. Il sera question par la suite de concevoir et dimensionner le réseau de distribution qu'il va assurer l'alimentation en eau de l'agglomération.

Dans le cas de la zone éparsée de Souk-Tlata on propose le réseau ramifié pour les trois agglomérations car la population n'est pas importante et les domiciles sont éparpillés.

III.5.1. Calcul des débits

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

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

III.5.1.1. Débit de pointe

Le débit de pointe (Qp) représente le débit de dimensionnement du réseau de distribution, il représente la consommation d'eau maximale de l'heure la plus chargée de la journée, les Qp de nos réseaux sont calculés dans le chapitre 2 et ils sont de :

$$Q_p 1 = 0,22 \text{ l/s}$$

$$Q_p 2 = 5,34 \text{ l/s}$$

III.5.1.2. Débit spécifique

C'est le débit uniforme, défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau:

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pointe}}{\Sigma Li} \quad (37)$$

Avec :

Q pointe : débit de pointe calculé dans le chapitre II (l/s)

Qsp : débit spécifique (l/s/m)

ΣLi : Somme des longueurs du tronçon (m)

Les résultats de calcul pour la zone 1 sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Détermination de débit spécifique de la zone 1

Heure de pointe	Qpointe (l/s)	0,22
	ΣLi (m)	419,5
	Qsp (l/s/m)	0,0005

Les résultats de calcul pour la zone 2 sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10: Détermination de débit spécifique de la zone 2

Heure de pointe	Qpointe (l/s)	5,34
	ΣLi (m)	2914,4
	Qsp (l/s/m)	0,0017

III.5.1.3. Débit de route

Le débit en route de chaque tronçon est le produit de sa longueur par le débit spécifique, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} \times Li \quad (38)$$

Avec :

Qr : Débit en route (l/s)

Qsp : Débit spécifique (l/s.ml)

Li : Longueur du tronçon considéré (m)

III.5.1.4. 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 calculés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0.5 \times \Sigma Q_{ri} + \Sigma Q_{conc} \tag{39}$$

Avec :

- Q_{ni} : Débit nodal de nœuds concerné (l/s)
- ΣQ_{ri} : Somme des débits en route des tronçons qui entourent le nœud (i) (l/s)
- ΣQ_{conc} : Débit concentré au nœud (i) en (l/s)

III.5.2. Dimensionnement du réseau de la zone 1

Le réseau de distribution du notre zone d'étude prend une ossature ramifié, le schéma de distribution que nous avons tracé sur AutoCAD est illustré dans la figure ci-après :

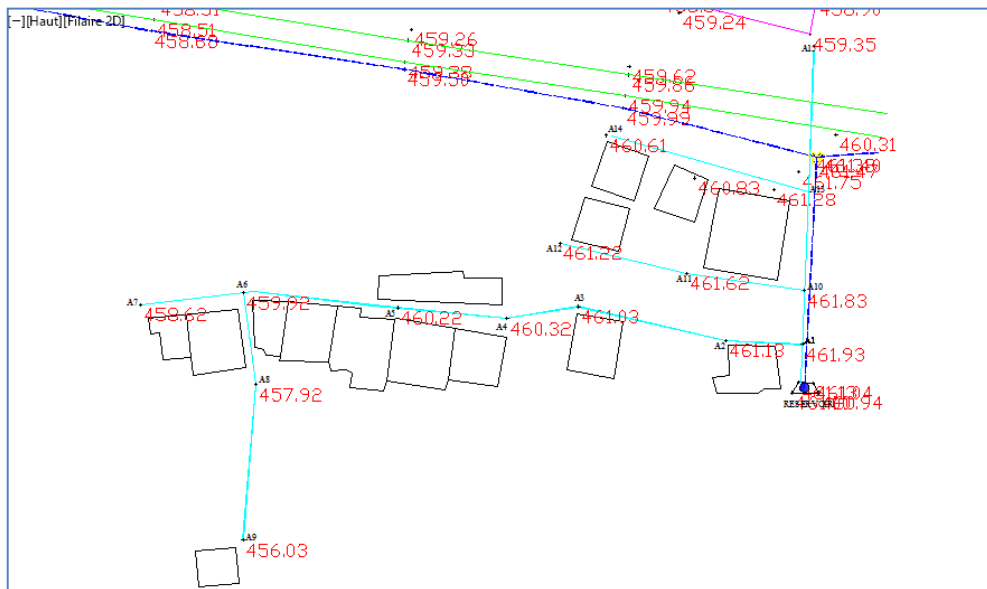


Figure 29: Réseau de distribution de la zone 1

(Source AutoCAD)

Le dimensionnement du réseau ramifié de Dar El-Mellah est résumé par la suite dans le tableau 12.

Selon le tableau de dimensionnement, on remarque que le terrain est pratiquement plat, ce qui nous a obligé de surélevé le réservoir d'une hauteur de 15 m pour assurer la pression aux nœuds.

III.5.3. Dimensionnement du réseau de la zone 2

Le réseau de distribution de la 2^{ème} agglomération qui est l'ensemble des deux zones Dar Ali Mokrane et Guenfoud prend une ossature ramifiée, le réseau de distribution que nous avons projeté sur AutoCAD est figuré ci-dessus :

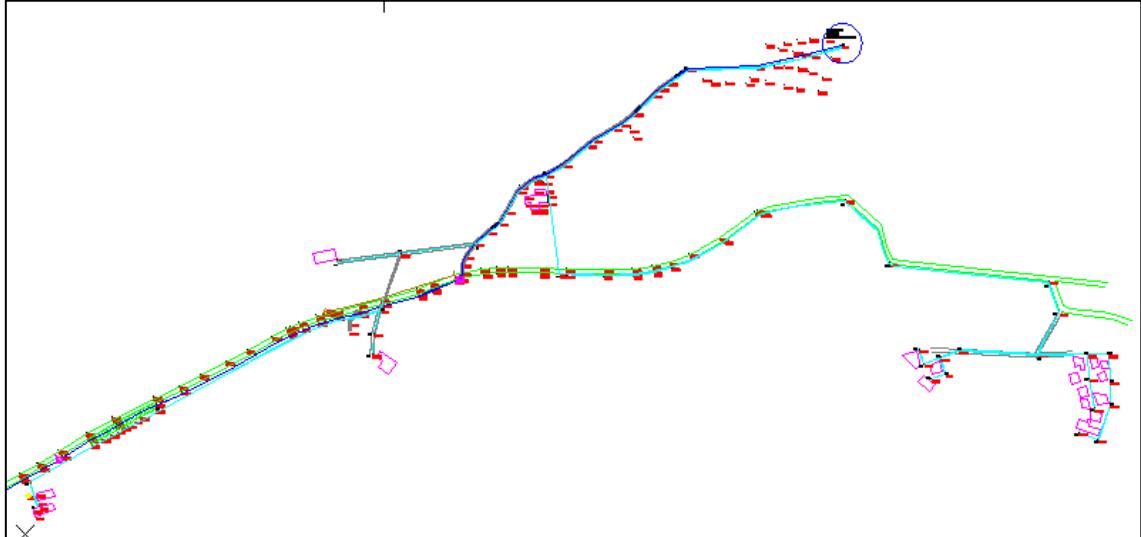


Figure 30 : Réseau de distribution de la zone 2

(Source AutoCAD)

Le dimensionnement du réseau ramifié de Guenfoud et Dar Ali Mokrane est résumé par la suite dans le tableau 13.

Selon le tableau de dimensionnement, on remarque que le terrain est pratiquement plat, ce qui nous a obligé de surélever le réservoir d'une hauteur de 17 m pour assurer la pression aux nœuds.

Tableau 11: Détermination des débits aux nœuds de la zone 1

Tronçon	CTN Am (m)	CTN Av (m)	CP Am (m)	CP Av (m)	Dist (m)	Qtot (L/s)	Dcal (m)	DN (mm)	Dint (mm)	v (m/s)	Re	λ	ΔH_L (m)	ΔH_s (m)	ΔH_r (m)	P (m)
A1	461,13	461,93	480,13	460,93	9,3	0,775	0,031	50	40,8	0,59	24187	0,0871	0,36	0,04	0,39	18,79
A2	461,93	461,13	460,93	460,13	18,9	0,402	0,023	40	32,6	0,48	15694	0,0982	0,67	0,07	0,74	18,86
A3	461,13	461,03	460,13	460,03	37,2	0,352	0,021	40	32,6	0,42	13736	0,0984	1,02	0,10	1,12	17,84
A4	461,03	460,32	460,03	459,32	17,8	0,299	0,020	40	32,6	0,36	11682	0,0986	0,35	0,04	0,39	18,17
A5	460,32	460,22	459,32	459,22	27,1	0,258	0,018	40	32,6	0,31	10095	0,0988	0,40	0,04	0,44	17,83
A6	460,22	459,92	459,22	458,92	38,2	0,199	0,016	40	32,6	0,24	7779	0,0993	0,34	0,03	0,37	17,76
A7	459,92	458,62	458,92	457,62	25,5	0,026	0,006	32	26	0,05	1269	0,0504	0,01	0,00	0,01	19,05
A8	459,92	457,92	458,92	456,92	22,8	0,094	0,011	32	26	0,18	4618	0,1135	0,16	0,02	0,18	19,58
A9	457,92	456,03	456,92	455,03	38,5	0,039	0,007	32	26	0,07	1916	0,0334	0,01	0,00	0,02	21,46
A10	461,93	461,83	460,93	460,83	13,3	0,329	0,020	40	32,6	0,39	12860	0,0984	0,32	0,03	0,35	18,55
A11	461,83	461,62	460,83	460,62	29,3	0,089	0,011	32	26	0,17	4362	0,1137	0,18	0,02	0,20	18,56
A12	461,62	461,22	460,62	460,22	32,1	0,033	0,006	32	26	0,06	1597	0,0401	0,01	0,00	0,01	18,96
A13	461,83	461,28	460,83	460,28	24,2	0,182	0,015	32	26	0,34	8922	0,1119	0,63	0,06	0,69	18,41
A14	461,28	460,61	460,28	459,61	50,3	0,051	0,008	32	26	0,10	2503	0,0256	0,02	0,00	0,03	19,06
A15	461,28	459,35	460,28	458,35	35	0,036	0,007	32	26	0,07	1742	0,0367	0,01	0,00	0,01	20,34

Tableau 12: Détermination des débits aux nœuds de la zone 2

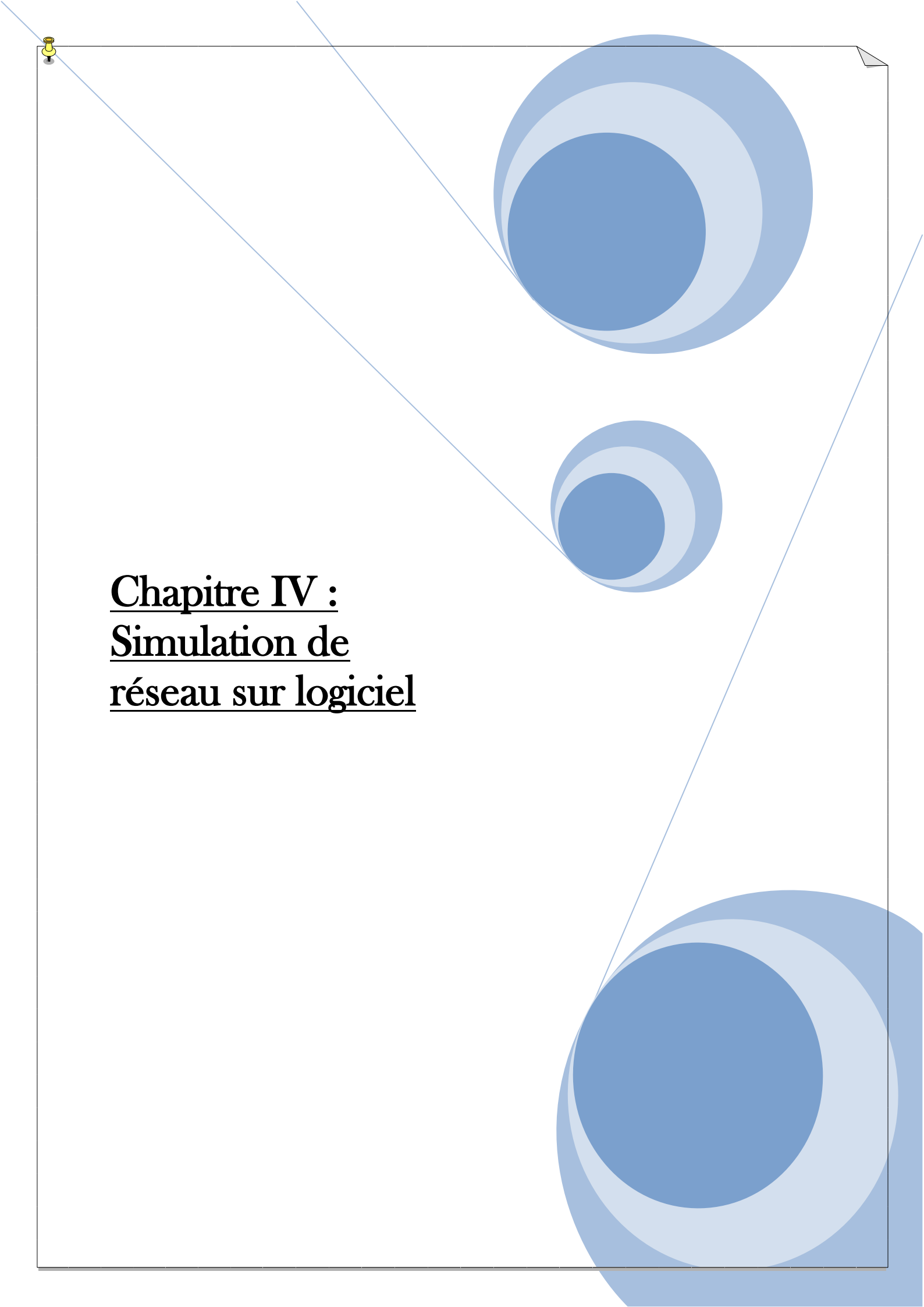

Noeuds	CTN Am (m)	CTN Av (m)	CP Am (m)	CP Av (m)	Dist (m)	Qtot (L/s)	Deal (m)	DN (mm)	Dint (mm)	v (m/s)	Re	λ	ΔH_L (m)	ΔH_S (m)	ΔH_T (m)	P (m)
B1	510,78	481,76	532,78	480,76	93,3	5,20	0,0814	110	90	0,82	73565	0,0203	0,718	0,072	0,790	51,2
B2	481,76	459,49	480,76	458,49	246,3	5,20	0,0814	110	90	0,82	73565	0,0203	1,896	0,190	2,085	71,4
B3	459,49	446,39	458,49	445,39	169,2	1,88	0,0489	63	51,4	0,91	46534	0,0218	2,992	0,299	3,291	81,2
B4	446,39	441,19	445,39	440,19	150,1	1,71	0,0467	63	51,4	0,83	42421	0,0222	2,248	0,225	2,473	83,9
B5	441,19	445,36	440,19	444,36	88,7	0,09	0,0105	32	26	0,16	4263	0,0392	0,183	0,018	0,202	79,6
B6	441,19	447,83	440,19	446,83	81,6	1,29	0,0405	63	51,4	0,62	31867	0,0236	0,733	0,073	0,807	76,5
B7	447,83	449,83	446,83	448,83	544,3	1,03	0,0362	50	40,8	0,79	32189	0,0234	9,921	0,992	10,913	63,6
B8	449,83	444,66	448,83	443,66	33,8	0,03	0,0065	32	26	0,06	1624	0,0394	0,010	0,001	0,011	68,7
B9	447,83	472,08	446,83	471,08	33,2	0,11	0,0118	32	26	0,21	5356	0,0368	0,102	0,010	0,112	52,1
B10	472,08	478,46	471,08	477,46	28,1	0,03	0,0059	32	26	0,05	1350	0,0474	0,007	0,001	0,008	45,8
B11	459,49	438,6	458,49	437,6	134,5	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	1,801	0,180	1,981	90,3
B12	438,6	455,88	437,6	454,88	421,8	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	5,648	0,565	6,213	66,8
B13	455,88	442,66	454,88	441,66	106,5	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	1,426	0,143	1,569	78,4
B14	442,66	491,33	441,66	462,33	125,2	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	1,676	0,168	1,844	55,9
B15	491,33	460,08	490,33	459,08	44	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	0,589	0,059	0,648	86,5
B16	460,08	456,98	459,08	455,98	63,5	2,58	0,0573	75	61,4	0,87	53494	0,0213	0,850	0,085	0,935	88,7
B17	456,98	447,97	455,98	446,97	112,5	0,16	0,0144	32	26	0,30	7925	0,0330	0,676	0,068	0,743	97,0
B18	447,97	446,79	446,97	445,79	28,3	0,16	0,0144	32	26	0,30	7925	0,0330	0,170	0,017	0,187	98,0
B19	446,79	446,57	445,79	445,57	24,3	0,06	0,0089	32	26	0,12	3055	0,0433	0,029	0,003	0,031	98,2
B20	446,57	446,28	445,57	445,28	21,6	0,02	0,0052	32	26	0,04	1038	0,0617	0,004	0,000	0,005	98,4
B21	446,79	448,1	445,79	447,1	23,8	0,06	0,0088	32	26	0,11	2979	0,0437	0,027	0,003	0,029	96,6
B22	448,1	446,28	447,1	445,28	21	0,02	0,0051	32	26	0,04	1009	0,0634	0,004	0,000	0,004	98,4
B23	456,98	462,48	455,98	461,48	67,1	0,51	0,0256	50	40,8	0,39	16070	0,0276	0,358	0,036	0,394	82,8
B24	462,48	462,84	461,48	461,84	32,6	0,11	0,0117	32	26	0,20	5236	0,0370	0,096	0,010	0,105	82,3
B25	462,84	454,89	461,84	453,89	42	0,04	0,0072	32	26	0,08	2018	0,0494	0,024	0,002	0,027	90,3
B26	462,48	460,26	461,48	459,26	28,8	0,29	0,0193	32	26	0,55	14342	0,0283	0,486	0,049	0,534	84,5
B27	460,26	461,78	459,26	460,78	37	0,23	0,0173	32	26	0,44	11503	0,0299	0,424	0,042	0,467	82,5
B28	461,78	462,27	460,78	461,27	31,6	0,17	0,0149	32	26	0,33	8482	0,0324	0,214	0,021	0,235	81,8
B29	462,27	462,48	461,27	461,48	50,4	0,10	0,0114	32	26	0,19	4982	0,0375	0,136	0,014	0,150	81,4
B30	462,48	463,65	461,48	462,65	29,3	0,03	0,0061	32	26	0,05	1408	0,0455	0,008	0,001	0,008	80,2

III.6. Conclusion

Dans ce chapitre, on a dimensionné l'ensemble de système d'alimentation en eau potable de notre zone étudiée composé :

- Station de pompage et une station de relevage
- Quatre conduites d'adduction de diamètres respectifs : DN110, DN110, DN63 et DN90, avec des longueurs respectivement de : 579.7m, 1577.2m, 57m et 3002m.
- Deux réservoirs de capacité 25 m³ et 200m³ et
- Deux réseaux de distribution de type ramifié, avec des diamètres variant de : DN50 au DN32 en PEHD PN16, pour le site de Dar El-Mellah et de DN110 au DN32 en PEHD PN16, pour le site de Guenfoud et Dar Ali Mokrane.

On remarque que pour les réseaux les conditions d'écoulement sont vérifiées sauf les vitesses pour certains tronçons situés en fin du réseau.



Chapitre IV :
Simulation de
réseau sur logiciel

IV.1. Introduction

Après avoir dimensionné l'ensemble de système d'AEP de la zone éparse de Souk-Tlata, nous avons précédé dans ce chapitre de vérifier notre projection et dimensionnement en faisant appel à la simulation sur le logiciel EPANET qui permet de visualiser le fonctionnement de notre réseau.

IV.2. Apport informatique

L'utilisation des programmes informatique peut libérer le projecteur des calculs fastidieux et démultiplier sa puissance de travail essentiellement pour :

- Le calcul du fonctionnement hydraulique du réseau.
- La détermination des solutions optimales.
- Le logiciel utilisé dans notre calcul est le logiciel EPANET.

IV.3. Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression.

Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs.

EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes.

Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

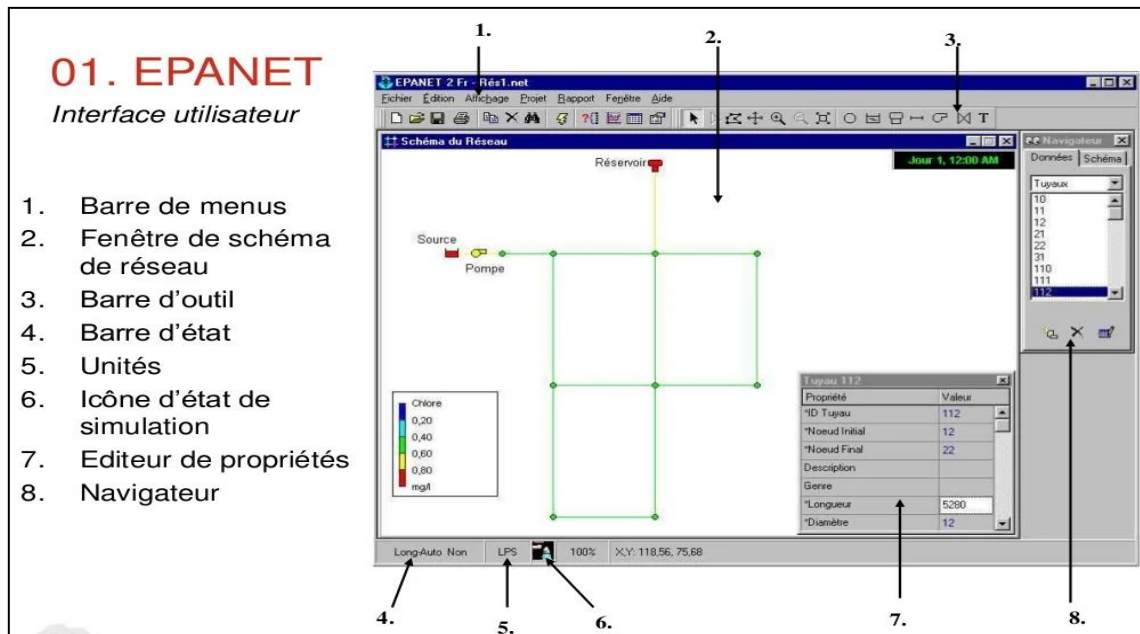


Figure 31 : Interface de l'EPANET[32]

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

En voici quelques exemples:

- Définition d'un programme de prélèvement d'échantillons,
- Calage d'un modèle hydraulique,
- Simulation du chlore résiduel, et
- Estimation de l'exposition de la population à une substance.

EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple:

- Utilisation en alternance des différentes ressources du système.
- Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs.
- Préciser l'usage des stations de re-chloration (ou autres retraitements) en réseau.
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

Disponible sous Windows, EPANET fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques).

IV.3.1. La modalisation hydraulique

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace.

EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

IV.3.2. Etapes d'utilisation du logiciel EPANET

Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes :

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier au format texte.
- Saisir les propriétés des éléments du réseau.

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

IV.3.3. Modélisation du réseau

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

IV.3.3.1. Première étape

Consiste à représenter le tracé (réseau) qu'on a dessiné au préalable sur le plan de masse à la main par le logiciel d'Auto-CAD, ensuite l'exporter à partir de ce dernier sous forme d'un métafichier (*.wmf), et enfin l'enregistrer.

IV.3.3.2. Deuxième étape

Consiste à ouvrir EPANET et d'importer le métafichier, en l'insérant comme fond d'écran, ensuite reproduire le réseau sur EPANET en suivant l'allure de ce dernier qui a été inséré comme fond d'écran.

IV.3.3.3. Troisième étape

Dans cette étape, on commence à introduire les propriétés de notre réseau :

A- Au niveau des nœuds :

Les nœuds de demande sont les points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent également ne pas avoir de débit. Les données d'entrée minimales exigées pour les Nœuds de demande sont :

- La cote du nœud par rapport à un plan de référence.
- La demande en eau (débit au nœud).

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont :

- La charge hydraulique (ou hauteur piézométrique).
- La pression.

B- Au niveau des réservoirs :

Les Réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base pour des réservoirs sont les suivantes :

- L'altitude du radier.
- Le diamètre.
- Le niveau maximal, initial et minimal.

Les principaux éléments calculés dans la simulation sont les suivants :

- La charge (altitude de l'eau).
- La pression (niveau de l'eau).

C- Au niveau des arcs (tronçons) :

Les tuyaux sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à l'autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant.

L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée (altitude + pression, ou énergie interne par poids d'eau) à celle qui a la charge hydraulique la plus faible.

Les données de base pour les tuyaux sont :

- Les nœuds initial et final.
- Le diamètre.
- La longueur.
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge).

Les valeurs calculées pour les tuyaux incluent :

- le débit.
- la vitesse d'écoulement.
- la perte de charge.
- la vitesse moyenne de réaction (le long du tuyau).

IV.4. Résultats de la simulation de refoulement

On a lancé la simulation après avoir introduit les altitudes au niveau des deux stations de pompages et des nœuds, les diamètres et la capacité et les élévations au niveau des deux réservoirs, et les longueurs, les diamètres et la rugosité au niveau des tuyaux.

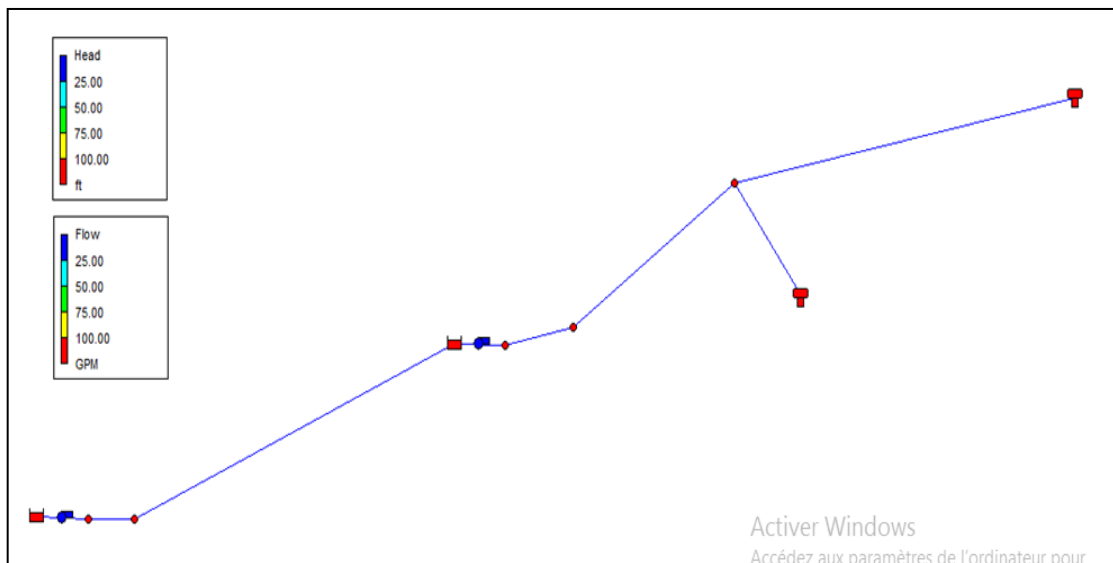


Figure 32: Résultats de la simulation

La simulation indique des pressions acceptables à l'entrée de chaque ouvrage avec une charge minimale de 10 mCE (1 bar).

Les conditions d'écoulement en matière de vitesse sont vérifiées.

IV.5. Résultats de simulation des réseaux

Après avoir introduit les débits et les altitudes de chaque nœud ainsi que la longueur et des diamètres pour chaque arc (conduite), on lance la simulation du réseau.

IV.5.1. Résultats de la simulation réseau 1

IV.5.1.1. Au niveau des nœuds

Les résultats des pressions et des charges obtenus au niveau des nœuds sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau13 : Résultats de la simulation 1 (Pressions Et Charges)

Nœuds	Altitude (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
10	460,93	0.78	480.47	19.54
11	460,13	0.4	479.59	19.46
12	460,03	0.35	478.52	18.49
13	459,32	0.3	478.23	18.91
14	459,22	0.26	478.01	18.79
15	458,92	0.2	477.89	18.97
16	457,62	0.03	477.89	18.27
17	456,92	0.09	477.86	18.94
18	455,03	0.04	477.85	20.82
19	460,83	0.33	480.33	19.50
20	460,62	0.09	480.29	19.67
21	460,22	0.03	480.29	20.07
22	460,28	0.18	480.20	19.92
24	459,61	0.04	480.19	20.58
23	458,35	0.05	480.20	21.85

IV.5.1.2. Au niveau des tronçons

Les résultats des vitesses et les diamètres commerciaux obtenus au niveau des tuyaux sont regroupés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 14 : Résultats de la simulation 1 (vitesses et diamètres)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre commercial	Vitesse (m/s)
R1 – 10	9,3	50	1.61
10 – 11	18,9	40	1.33
11 – 12	37,2	40	1.01
12 – 13	17,8	40	0.73
13 – 14	27,1	40	0.49
14 – 15	38,2	40	0.28
15 – 16	25,5	32	0.03
15 – 17	22,8	32	0.17
17 – 18	38,5	32	0.05
18 – 19	13,3	40	0.57

19 – 20	29,3	32	0.15
20 – 21	32,1	32	0.04
19 – 22	24,2	32	0.33
22 – 23	50,3	32	0.06
22 – 24	35	32	0.04

La figure ci-dessous montre la répartition des vitesses et pression sur notre réseau projeté.

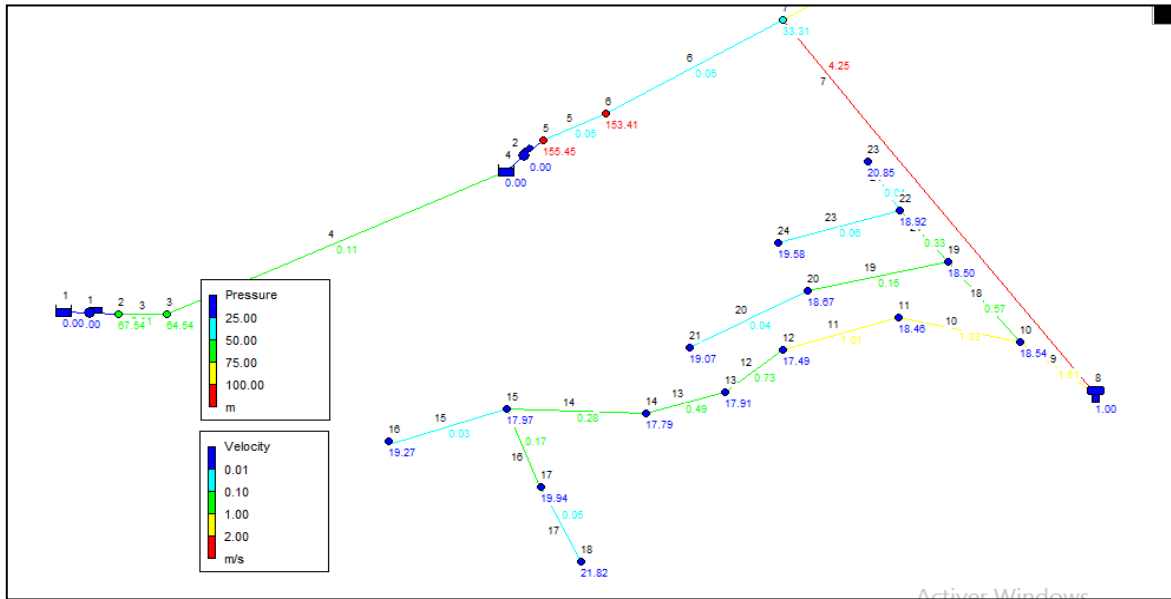


Figure 33 : Simulation réseau 1

Notre simulation montre que notre les conditions d'écoulement sont très bien vérifiées pour notre réseau de Dar El-Mellah, avec des résultats très rapprochés aux calculs effectués.

IV.5.2. Résultats de la simulation réseau 2

IV.5.2.1. Au niveau des nœuds

Les résultats des pressions et des charges obtenus au niveau des nœuds sont regroupés dans le tableau 16.

Tableau 15 : Résultats de la simulation 2 (pressions et charges)

Nœuds	Altitude (m)	Demande de base (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
2	458,49	5,2	529.76	49
3	445,39	5,2	524.66	66.17
4	440,19	1.87	515.41	70.02
5	444,36	1.71	515.10	70.95
6	446,83	0.08	511.10	66.74
7	448,83	1.28	510.28	63.45
10	443,66	1.03	506.36	57.53

11	471,08	0.03	506.35	62.69
8	477,46	0.11	510.23	39.15
9	437,6	0.02	510.23	32.77
39	454,88	2.57	493.72	37.74
33	441,66	0.16	492.03	45.06
34	462,33	0.16	491.82	46.03
35	459,08	0.06	491.81	46.24
36	445,28	0.02	491.81	46.53
37	447,1	0.06	491.81	44.71
38	445,28	0.02	491.81	46.53
40	461,48	0.51	492.87	31.39
42	461,84	0.11	492.80	30.96
43	453,89	0.04	492.80	38.91
41	459,26	0.29	491.78	32.52
44	460,78	0.23	491.14	30.36
45	461,27	0.17	490.94	29.67
46	461,48	0.10	490.87	29.39
47	462,65	0.02	490.87	28.22

IV.5.2.2. Au niveau des tronçons

Les résultats des vitesses et les diamètres commerciaux obtenus au niveau des tuyaux sont regroupés dans les tableaux 17.

Tableau 16 : Résultats de la simulation 2 (vitesses et diamètres)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre commercial	Vitesse (m/s)
2 – 3	246,3	110	1.67
3 – 4	169,2	63	1.97
4 – 5	150,1	63	1.37
5 – 6	88,7	32	0.1
6 – 7	81,6	63	0.79
7 – 10	544,3	50	0.54
10 – 11	33,8	32	0.04
7 – 8	33,2	32	0.16
8 – 9	21,1	32	0.02
3 – 39	2270.8	75	1.02
39 – 33	112.5	32	0.6
33 – 34	28.3	32	0.4
34 – 35	24.3	32	0.1
35 – 36	21.6	32	0.02
34 – 37	23,8	32	0.1
37 – 38	21	32	0.02
39 – 40	67,1	50	0.75
40 – 42	32,6	32	0.18
42 – 43	42	32	0.05
40 – 41	28,8	32	0.01
41 – 44	37	32	0.65

44 – 45	31,6	32	0.36
45 – 46	50,4	32	0.15
46 – 47	29.3	32	0.02

La figure ci-dessous montre la répartition des vitesses et pression sur notre réseau projeté.

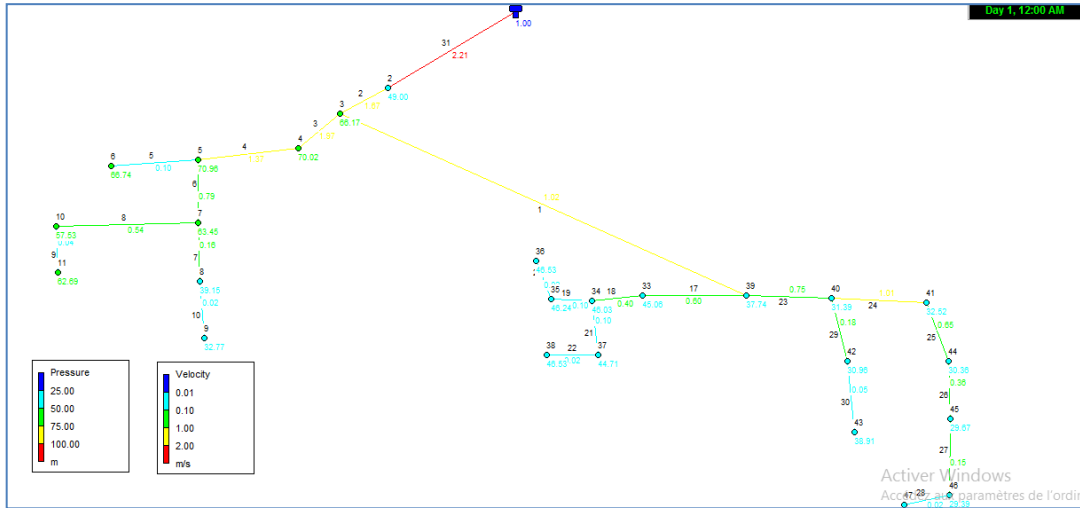


Figure 34 : Simulation réseau 2

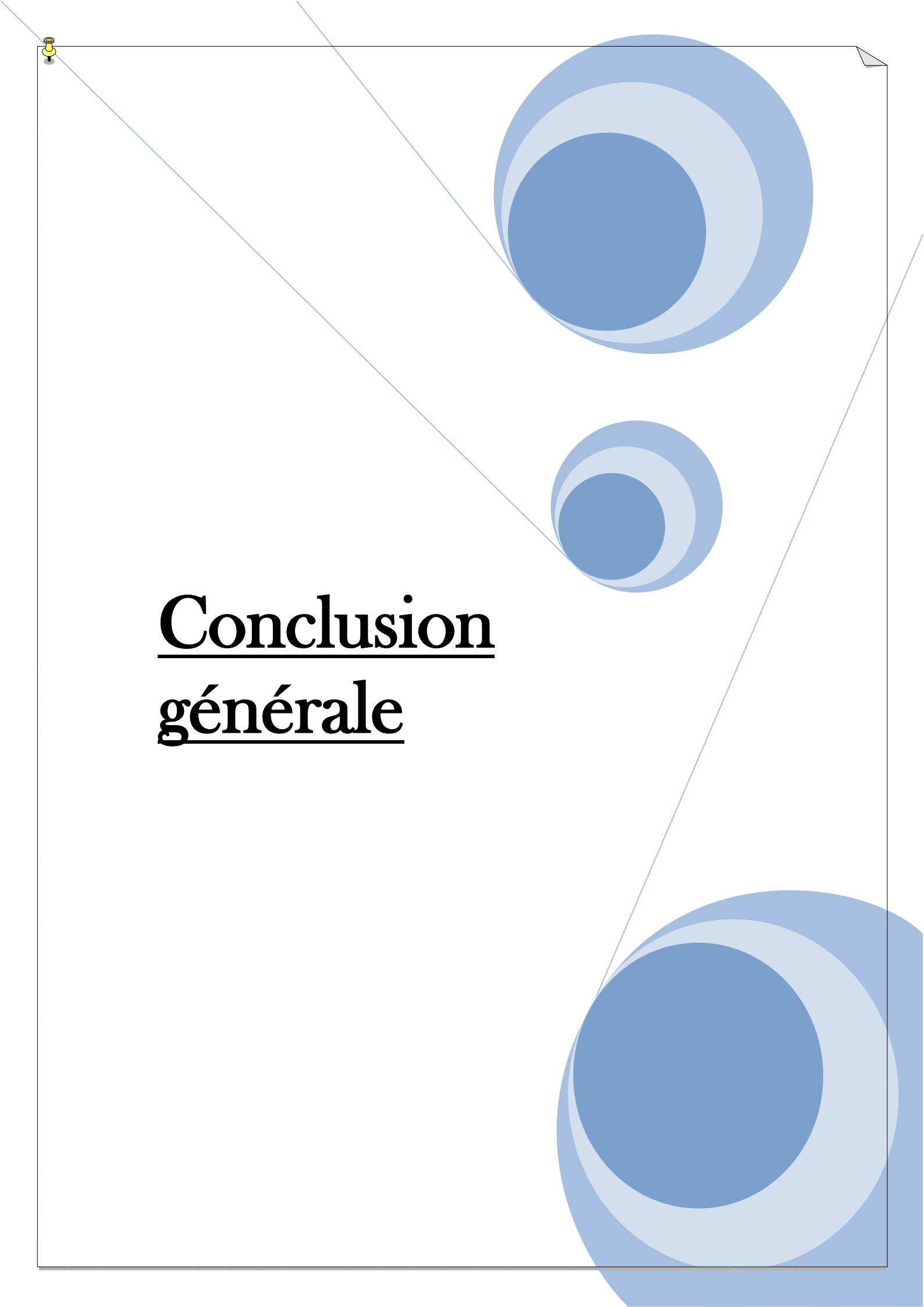
Notre simulation montre que notre les conditions d'écoulement sont très bien vérifiées pour notre réseau de Guenfoud et Dar Ali Mokrane, sauf l'enregistrement de quelques faibles vitesses pour les tronçons situés surtout à la fin du réseau.

On remarque également que les résultats sont rapprochés aux calculs effectués.

IV.6. Synthèse

D'après les résultats de la simulation, on peut dire que le réseau d'alimentation en eau potable de la zone étudiée fonctionne normalement, la pression de service est assurée aux points les plus défavorables, les vitesses sont acceptables.

Cependant certains tronçons ont des vitesses faibles, surtout dans les parties extrêmes des réseaux.

A decorative graphic on the right side of the page. It features three overlapping circles of varying sizes, each composed of concentric layers of different shades of blue. Two thin, light blue lines cross the page diagonally, one from the top-left towards the bottom-right, and another from the top-right towards the bottom-left. A small yellow pushpin is located in the top-left corner of the page.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Au cours de ce travail, nous avons fait une étude numérique de système d'alimentation en eau potable du village Souk-Tlata qui est une zone d'ombre éparsé composé de trois petites agglomérations Dar Mellah, Dar Ali-Mokran et Guenfoud.

Ces agglomérations sont localisées au Nord/Ouest du chef-lieu de la Wilaya de Tlemcen, avec un climat méditerranéen et un relief topographique très accidenté.

La population future de l'ensemble de la zone étudiée est près de 800 habitants avec de besoins estimés à 132 m³/j. Cette population est complètement démunie d'un réseau d'alimentation en eau potable.

Un forage a été réalisé pour alimenter cette population au niveau du chef-lieu communal de Souk-Tlata, dont il peut être renforcé également par les eaux de l'usine de dessalement de Souk-Tlata (actuellement en arrêt).

Nous avons projeté un système hydraulique d'alimentation en eau potable composite, il s'agit de :

- Une station de pompage qui refoule un débit de 2.29 l/s à la station de reprise avec une conduite de DN 110 PN16 sur une longueur de 579.7 m, elle est composée d'une seule pompe avec une pompe de secours.
- Une station de reprise refoule le même débit par une 2ème conduite de DN110 PN16 sur une longueur de 1577.2 m au point de piquage de Dar El-Mellah, après un débit est refoulé au 1er réservoir pour alimenter l'agglomération de Dar Mellah et un 2ème débit est refoulé au 2ème réservoir pour alimenter l'ensemble des deux agglomérations Dar Ali-Mokran et Guenfoud.
- Une 3ème conduite de longueur 57 m avec un DN 63 PN16, assure le refoulement d'un débit de 0.106 l/s à partir de point de piquage vers le 1er réservoir pour alimenter l'agglomération de Dar Mellah.
- Une 4ème conduite de longueur 3002 m avec un DN 90 PN16, véhiculant un débit de 2.18 l/s à partir de point de piquage vers le 2ème réservoir pour alimenter l'ensemble des deux agglomérations de Dar Ali-Mokran et Guenfoud.
- Les réseaux de distribution de type ramifié, ayant des longueurs respectivement de 419.5 m et 2914.4 m pour le réseau 1 et le réseau 2. Ils sont dimensionnés d'une façon à assurer des pressions et des vitesses acceptables. Le choix du matériau s'est porté sur le PEHD.

Dans la phase finale, la simulation sur le logiciel EPANET a bien vérifié nos calculs, notre projection engineering est considérée comme fiable et les conditions d'écoulement de notre circuit hydraulique sont fiables.

Références Bibliographiques

- [1] BONIN, J, (1982). Aide-mémoire d'Hydraulique urbaine, Editions Eyrolles Paris, France.
- [2] Benmebarek, M, (2011). Etude de renforcement de l'approvisionnement en eau potable de bordj el kiffan (Wilaya d'Alger). Mémoire de fin d'études. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Arbaoui Abdellah, Algérie.
- [3] Abdi Is'hak, 2019 « Etude de réseau d'A.E.P du village Tleta commune Taher wilaya de JIJEL » Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme master en hydraulique université de JIJEL.
- [4] [www.ministère de l'énergie et des mines.com](http://www.ministère.de.l'énergie.et.des.mines.com), site web [consulté le 14/04/2022].
- [5] <https://fr.scribd.com/document/406817111/CHAPITRE-1-GENERALITES-SUR-L-AEP-pdf> source Google [consulté le 15/04/2022].
- [6] [http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Station_de_pompage_\(HU\)](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Station_de_pompage_(HU)) PDF Source Google [consulté le 16/04/2022].
- [7] <https://fsnv.univ-bba.dz/wp-content/uploads/2020/09/R%C3%A9sum%C3%A9-M1-Am%C3%A9nagement-HydroAgricole-Pompe-et-Station-de-pompage-.pdf> [consulté le 17/04/2022].
- [8] <https://www.labonnepompe.com/blog/calculer-la-hauteur-manometrique-totale-de-sa-pompe-a-eau-n26> Site web [consulté le 17/04/2022].
- [9] DUPONT. A, 1979 « Hydraulique urbaine ». Tome II : ouvrage de transport -élévation et distribution des eaux, Edition Eyrolles paris.
- [10] Dr. LADOUANI Abdelkrim .2005 « Organisation de chantier » PDF.
- [11] PONT-A-MOUSSON, 1989 Editions Lavoisier-TEC & DOC. Site Web : file:///C:/Users/TM161/Downloads/Documents/hydraulique_saint_gobain.pdf PDF source google [consulté le 18/04/2022].
- [12] https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/ouvrages_stockage/co/grain_principe_fonctionnement.html, site web [consulté le 21/04/2022].
- [13] https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/ouvrages_stockage/co/grain_principe_fonctionnement.html site web [consulté le 21/04/2022].
- [14] https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/ouvrages_stockage/co/grain_equipements_reservoir.html site web [consulté le 21/04/2022].
- [15] https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/ouvrages_stockage/co/grain_criters_implantation.html site web [consulté le 21/04/2022].

- [16] KACET, A. et NAIT OUSLIMANE, S.2018 « Etude de renforcement du réseau d'AEP de centre Bourached et ses environs, Wilaya d'Ain Defla ». Mémoire de fin d'études, Université de Bejaia.
- [17] [http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Manning_strickler_\(formule_de\)_\(HU\)](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Manning_strickler_(formule_de)_(HU)) site web [consulté le 27/04/2022].
- [18] khlef, S., et Haliche, N, (2018). Problématique de réhabilitation des conduites des réseaux d'alimentation en eau potable. Mémoire de fin d'études. Université A-Mira de Bejaia, Algérie.
- [19] <http://ressources.unit.eu/cours/engees / GEMeue2module4HUpartie1 / co / Architecture.html> site web [consulté le 29/04/2022].
- [20] Youssef Rassoul, 2019 « Alimentation en eau potable de secteur Oussma wilaya de JIJEL » Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme master en hydraulique université de JIJEL.
- [21] ZERARGA, A, (2009) .Etude de la chaine d'adduction de la commune de Draa El Gaid, Wilaya de Bejaia. Mémoire de fin d'études. Université A-Mira de Bejaia, Algérie.
- [22] BRIERE. FG, 2012 : Distribution et collecte des eaux, Edition Presses internationales polytechniques.
- [23] <https://groupeindustrielpremium.com/pièces-et-accessoires/butee-hydraulique/> site web [consulté le 05/05/2022].
- [24] Wikipedia Souk-Tlata wiliaya de Tlemcen [consulté le 01/05/2022].
- [25] Données de bureau d'étude ENT-ET : Imama-TLEMEN « Carte Topographique »
- [26] Données de bureau d'étude ENG-ET: Imama-TLEMEN « Carte Climatique »
- [27] Données de bureau d'étude ENG-ET: Imama-TLEMEN « Carte Géologique »
- [28] Données de bureau d'étude ENG-ET : Imama-TLEMEN « Carte Hydro-Géologique »
- [29] Données de bureau d'étude ENG-ET: Imama-TLEMEN
- [30] Issa, m, (2008). Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la cite 20 aout (Boudouaou). Mémoire de fin d'études. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Arbaoui Abdellah, Algérie
- [31] Roland O-YONABA, 2015 « Eau et Environnement » Département Génie Civil et Hydraulique France.
- [32] Manuel d'utilisation du logiciel Epanet, fournit avec le CD d'installation.