

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت

Université De Ain-TemouchentBELHADJ BOUCHAIB



Faculté des sciences et de la technologie
Département de l'Hydraulique

Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière :Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Thème

**Etude de renforcement de l'alimentation en eau potable de la
commune de Chentouf à partir du réservoir $2*10000m^3$**

Soutenu : Juin 2022

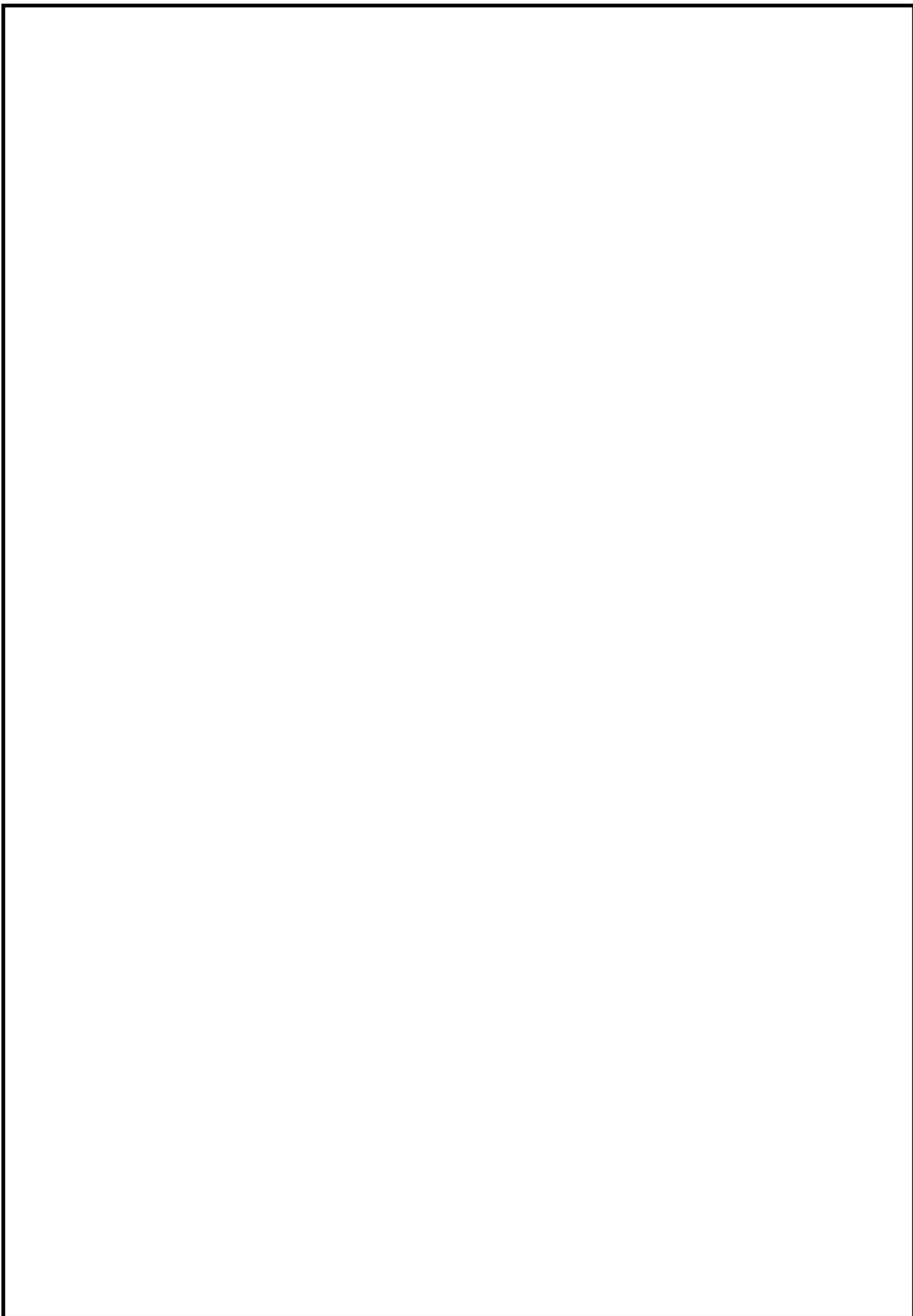
Présenté par: M^rMeddah Mohammed Zoheir

M^r SoufiMerzoug Bachir

Devant le jury composé de :

Mme H.BENCHEKOR	MCB	Présidente
M.M.BENAICHA	MAA	Examineur
M. B.GUEMOU	MCA	Encadreur
M. k. BENMIA	Cadre Technique	Co-Encadreur

Année universitaire 2021/2022



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A **mon père**, école de mon enfance, mon professeur de toujours qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Puisse dieu le tout puissant l'accueillir dans son vaste paradis

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse et de force, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, **ma mère** ...

Que dieu les gardes et les protèges.

A tous **mes oncles et tantes, cousins et cousines,**

A tous mes frères et sœurs

A tous mes camarades de la classe,

A tous ceux qui me connaissent.

Meddah MOHAMMED ZOHEIR

DEDICACES

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, nous avons pu achever ce mémoire que je dedie A.

Mes Parents pour tout sacrifices qu'ils ont consenti pour atteindre cet objectif. que ceci soit pour plus absolue.

Mes Freres :Ali,abderrahmene et notamment Kuider.

Mes cheres Sœurs et toute la famille SOUFI MERZOUG ,la famille HADDOUCHE,et la famille mahdjoub ainsi que et notamment ma chere femme.

Ma niece ikram,ahlem et mes enfants Hadil Oum Elkheir ;Med Amine et mon petit gos Abdel ilah Ahmed .

Mes voisins Mokhtar Berrahil ;Aicha mellouk epouse ami Kacem Boulefred.

Mes Ami (ies) de la promotion Master 2 Hydraulique ,notamment mon binome et mon ami ancien Meddah Mohamed Zohir et aussi pour tous mes enseignants qui nous aide a atteindre cet objectif,ce reve .

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Je tiens à remercier mon encadreur **M. Guemou Bouabdellah** pour son aide, son encouragement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail.

J'aimerais exprimer ma gratitude et mes sincères remerciements à tous les membres du jury **Mme Baghli N, M. Benaicha Mohammed et M. le chef de département Nehari A** pour avoir bien voulu donner de leur temps pour lire ce travail et faire partie des examinateurs. Leurs critiques et commentaires seront bénéfiques pour enrichir nos connaissances dans ce domaine.

Je suis très reconnaissant à **M. Benmia Kouider cadre technique** au niveau de la direction des ressources en eau de la wilaya de Ain Temouchent pour son aide. Et par sa generosité.

Mes vifs remerciements vont aussi à tous mes professeurs pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable pour ma formation et mon enseignement durant toutes ces années d'études.

Enfin, je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

- **MEDDAH MOHAMMED ZOHEIR**

- **SOUFI MERZOUG BACHIR**

Résumé

La croissance de la population est engendrée par une augmentation des besoins en eau, conduisant à la recherche de nouvelles sources d'eau ainsi que le renforcement des réseaux d'alimentation en eau potable.

L'augmentation de la population de la commune de CHENTOUF a fait que la quantité d'eau qui était allouée à cette zone à partir du barrage de BENI-BAHDEL ne répond plus à ses besoins.

Pour faire face à cette situation, l'objectif de ce travail étant le renforcement de l'AEP de la commune de CHENTOUF à partir des réservoirs $2*10000 \text{ m}^3$ (ITMA).

Une station de pompage fournira l'énergie nécessaire à ce projet et une adduction en PEHD PN 16 avec le diamètre de 160mm en refoulement sur une longueur de 5300ml alimentera la ville de CHENTOUF et ses environ en eau potable.

Cette solution permettra à la commune de Chentouf de résoudre le problème de l'eau potable à long termes.

Mots clés : Chentouf, AEP, Adduction, station de pompage

Summary

Population growth is caused by an increase in water needs, leading to the search for new water sources and the strengthening of drinking water supply networks.

The increase in the population of the commune of CHENTOUF has meant that the quantity of water which was allocated to this area from the BENI-BAHDEL dam no longer meets its needs.

To deal with this situation, the objective of this work being the reinforcement of the AEP of the commune of CHENTOUF from the reservoirs $2*10000 \text{ m}^3$ (ITMA).

A pumping station will provide the energy needed for this project and an HDPE adduction PN 16 with a diameter of 160mm in discharge over a length of 5300ml will supply the city of CHENTOUF and its surroundings with drinking water.

This solution will allow the municipality of Chentouf to solve the problem of drinking water in the long term.

Keywords: Chentouf, AEP, Adduction, pumping station

الملخص

ينتج النمو السكاني عن زيادة الاحتياجات المائية، مما يؤدي إلى البحث عن مصادر جديدة للمياه وتعزيز شبكات إمدادات مياه الشرب.

الزيادة في عدد السكان في بلدية شنتوف تعني أن كمية المياه التي تم تخصيصها لهذه المنطقة من سد بني بهدل لم تعد تلبي احتياجاتها.

للتعامل مع هذا الوضع، فإن الهدف من هذا العمل هو تعزيز المياه الصالحة لشرب بلدية شنتوف من الخزانات $2 * 10000 \text{ م}^3$ (ITMA).

ستوفر محطة الضخ الطاقة اللازمة لهذا المشروع وإضافة HDPE

سيوفر PN 16 بقطر 160 مم في التفريغ بطول 5300 مل مدينة شنتوف ومحيطها بمياه الشرب.

سيسمح هذا الحل لبلدية الشنتوف بحل مشكلة مياه الشرب على المدى البعيد.

الكلمات المفتاحية: الشنتوف ، AEP ، التزويد ، محطة الضخ.

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I-1 : Présentation de la station d'AÏN TEMOUCHENT (I.T.M.A).

Tableau I-2 : Précipitation Annuelle à la station d'AÏN TEMOUCHENT (1995/1996 – 2020/2021).

Tableau I-3 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures, maxima, et minima à la station d'AÏN TEMOUCHENT (1995/1996 – 2020/2021).

Tableau I-4 : Températures et précipitations moyennes mensuelles à la station d'AÏN TEMOUCHENT

Tableau I.5 : Moyennes Interannuelles du vent Station l'ITMA en (m/s)

Tableau I.6 : des fréquences de la rose des vents station de béni Saf

Tableau I.7 : Répartition de l'humidité moyenne mensuelle (2000-2021)

Chapitre II : Situation de l'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF

Tableau II-1 : Besoins actuels de la population en 2021

Tableau II-2 : Estimation des besoins actuels (2021)

Tableau II-3 : Récapitulatif des besoins/ressources (2021)

Tableau II-4 : Nombre d'habitants actuel (2021) de la commune de CHENTOUF

Tableau II-5 : Nombre d'habitants estimés pour les années futures (Horizon 2045) de la commune de CHENTOUF

Tableau II-6 : Estimation de la consommation domestique futur

Tableau II-7 : Les besoins futurs des équipements

Tableau II.8 : Les besoins futurs de l'industrie

Tableau II.9 : Total des besoins en eau futurs de la commune de CHENTOUF pour l'horizon 2045

Tableau II.10 : Besoins futurs (m^3/j)

Tableau II.11 : Calcul du Débits maximum journalier

Tableau II.12 : calcul du Débit moyen horaire

Tableau II.13 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants (employé)

Tableau II.14 : calcul du débit max horaire

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE III : RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE CHENTOUF

Tableau III.1 : Caractéristique de la pompe

Tableau III.2 : calcul hydraulique du réservoir anti-bélier

Tableau III.3 : Résultats du calcul du diamètre économique

Tableau III.4 : caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement

Tableau III.5 : Les calculs de la hauteur manométrique

Tableau III.6 : Les frais d'exploitation

Tableau III.7 : Les frais d'amortissement

Tableau III.8 : Calcul du bilan

Tableau III.9 : Les calculs de la pression au niveau du réservoir 1000m³ CHENTOUF

Tableau III.10 : Coordonnées géographiques du réservoir sont les suivantes

Tableau III.11 : Caractéristiques Physiques du réservoir 2*10000 m³

Tableau III.12 : Le Volume de réservoir

Tableau III.13 : Caractéristiques physique du réservoir 1000m³ de CHENTOUF

LISTE DES ABRÉVIATION

ADE : Algérienne Des Eaux

DRW-A.T : Direction des ressources en eau de la Wilaya d'AIN TEMOUCHENT

DGRE : Direction Générale des Ressources en Eau

GIRE : Gestion Intégrée de Ressource en Eau

AEP : Alimentation en Eau Potable

l/j/hbt : litres par jour et par habitant

Mm³/an : million mètre cube par an

m³ /j ou m³ /h : mètre cube par jour ou par heure

DN : Diamètre Nomina

SDEM : Station Dessalement de l'Eau de Mer

HMT : Hauteur Manométrique Totale

T.A : Taux d'Accroissement

TN : Terrain Naturel

APC : Assemblée Populaire Communale

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

MES : Matière En Suspension

T : Taux de satisfaction

PH : Potentiel Hydrogène

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN10 (16) : Pression nominale 10 bars (16bars)

PVC : Polyvinychloride

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Situation géographique de la commune de CHENTOUF

Figure I.2 : Photo satellite de la ville de CHENTOUF

Figure I.3 : Carte de relief de la zone d'étude

Figure I.4 : représente les températures, maximale, moyenne et minimale

Figure I.5 : Histogrammes du vent par mois

Figure I.6 : Histogrammes de la fréquence des vents par secteur

Figure I.7 : Histogrammes D'humidité moyenne par mois

Figure I.8 : Carte géologique de la zone d'étude

Chapitre II : Situation de l'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF

Figure II.1 : L'évolution de la population de CHENTOUF2045

Figure II.2 : Evolution des besoins des trois catégories (AEP, AEI, AEE)

Figure II.3 : Evolution des besoins Futurs de la ville de Chentouf

Chapitre III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF

Figure III.1 : Station de pompage de quatre unités

Figure III.2 : Concentration de la masse du Volant d'inertie

Figure III. 3 : Soupape de décharge

Figure III. 4 : Fonctionnement d'une soupape de décharge

Figure III.5 : Ventouse à trois fonctions

Figure III.6 : Ventouse à une seule fonction

Figure III. 7 : Réservoir anti-bélier

Figure III.8 : Abaque de VIBERT

Figure III.9 : Exemple des travaux de mise en place d'une conduite d'adduction en PEHD

LISTE DES FIGURES

Figure III.10 : Représente la conduite PEHD

Figure III.10 : Interface du logiciel Delphi (Calcul des pertes de charges et le coefficient de pertes de charges)

Figure III.11 : Courbe des bilans pour le choix du diamètre économique

Figure III.13 : Représente réservoir 2*10000m³ ITMA

TABLES DES MATIERES

RESUME

الملخص

ABSTRACT

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1 Historique	1
I.2 Situation géographique de la ville de Chentouf	3
I.3 Relief	5
I.4 Situation topographique	6
I .5 Situation climatique	6
I.5.1 Les précipitations	6
I.5.2 Températures	7
I.5.3 Le vent	9
I.5.4 Humidité	10
I.6 Aperçu géologique	11
I.6.1. Les roches éruptives	11
I.7 Conclusion	12

CHAPITRE II : SITUATION DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE CHENTOUF

II.1 Introduction	13
II.2 Estimation de l'évolution des besoins en eau	13
II.2.1 Les besoins actuels en eau	13
II.2.1.1 Estimation de l'évolution des besoins actuels	13
III-.2.1.2- Besoins du futur	16
II.3 Conclusion	25

TABLES DES MATIERES

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF

III.1-Présentation de la station de pompage de l'ITMA	26
III.2 Choix de la pompe	27
III.3 Protection contre le coup de bélier	28
III.3.1 Le volant d'inertie	28
III.3.2 Les soupapes de décharge	29
III.3.3 Les ventouses (Les reniflards)	30
III.4 Réservoir anti bélier (réservoir d'air)	31
III.4.1- Définition	31
III.4.2- Calcul du coup de bélier	32
III.4.2.1 Première méthode	32
III.4.2.2 Deuxieme méthode	38
III.5 Définition	38
III.6 Type d'adduction	38
III.6.1 Adduction gravitaire	38
III.6.2 Adduction par refoulement	38
III-7 Choix du tracé	38
III-8 Comparaison et choix du type de la conduite	39
III.9 : Dimensionnement de la conduite d'alimentation pour réservoir de 1000m ³ à CHENTOUF	40
III.9.1 Calcul économique du diamètre	40
III.9.2 Déterminer les caractéristiques de la conduite de refoulement	41
III.9.3 Calcul de la hauteur manométrique totale	41
III.9.4 Frais d'exploitation	42
III.9.5 Calcul des frais d'amortissement	43
III.9.6 Calcul de bilan (Frais d'amortissement/frais d'exploitation)	44
III.9.7 Calcul de la pression d'arrivée du point de réservoir 1000 m ³ CHENTOUF	44
III.9.7.1 Profile piézométrique d'une conduite d'adduction	44
III.10 Définition	44

TABLES DES MATIERES

III.11 Rôle du réservoir	48
III.12 L'emplacement des réservoirs	48
III.12.1 Choix du type du réservoir	49
III.12.2 La hauteur du réservoir	49
III.12.3 Capacité du réservoir de distribution	49
III.14 Présentation du nouveau réservoir 1000m ³ à CHENTOUF	52
III.14.1 Méthodes de calcul	52
III.14.2 Résultats et conclusion	53
III.14.3 Représentation graphique	54
III.14.4 Dimensionnement du réservoir	55
III.15 Constriction du réservoir	55
III.15.1 Emplacement du réservoir	55
III.15.2 Les équipements du réservoir	55
III.15.3 Entretien du réservoir	56
III.16 Conclusion générale	56

Introduction générale

L'eau est une source naturelle indispensable à la vie. Cela est prouvé par les activités de tous les jours qui nous montrent qu'à l'absence de l'eau, la vie est pratiquement impossible.

La consommation de l'eau augmente avec l'évolution des moyens techniques (facilité de captage et de distribution de l'eau) et le niveau de vie de la population (acquisition d'appareils électroménagers, aménagement des salles de bain ...).

Les pays en voie de développement, dont fait partie l'Algérie, n'ont pas des ressources en eau considérable. Ces pays souffrent d'un déficit notable qui est dû en général à la pluviométrie annuelle faible selon les périodes et le risque de sécheresse s'étendant sur plusieurs années.

Devant de telles situations, il est impératif de concevoir des systèmes de protection de cette ressource et avoir un système judicieux d'adduction, de stockage et de distribution afin de satisfaire les besoins de la population et éliminé les pertes

L'Algérie est un pays qui possède des ressources hydriques limitées pour des raisons climatiques, caractérisées par une pluviométrie irrégulière, a connu une sécheresse depuis de plus de deux décennies. Les coupures d'eau font partie du quotidien de vastes franges de la population des zones urbaines et zones rurales de la wilaya d'AIN TEMOUCHENT.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet qui consiste à l'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF qui nous a été la direction des ressources en eau d'AIN TEMOUCHENT.

La zone d'étude sera alimentée par un réservoir de tête de capacité de 10000m^3 ; le réservoir est alimenté par refoulement à partir de la station de pompage de l'ITMA qui est de son tour alimentée gravitaire ment du point de piquage situé sur le Réservoir $2*10000\text{m}^3$

Pour l'élaboration de cette étude, il a été jugé nécessaire de procéder à des reconnaissances sur le lieu.

Les premiers travaux de cette reconnaissance nous ont permis de récolter toutes les donner de base concernant la ressource en eau, soit le volume d'eau totale rassuré jusqu'à l'horizon 2045 est presque de 540000 Mm^3 . Cette adduction doit assurer partiellement l'AEP de la de CHENTOUF et les zones rurales.

Le travail que nous allons vous présenter porte sur l'étude d'un nouveau schéma d'adduction des ressources en eau dans la commune de CHENTOUF.

Notre travail se portera sur 03 chapitres :

- Nous débuterons par une présentation globale du site qui fera l'objectif du premier chapitre
- Dans le chapitre II, traite une estimation des besoins en eau à différents horizons.
- Un nouveau schéma de l'adduction des eaux de dessalement à partir de réservoir $2*10000\text{m}^3$ de l'ITMA fait l'objet du Le chapitre III ce dernier il est articulé sur 03 partie :
 - Etude de station de pompage
 - Etude d'adduction
 - Ouvrages de stockage

Enfin, une conclusion générale dans laquelle seront souligné les principaux résultats.

PROBLEMATIQUE

La commune de CHENTOUF qui compte selon le recensement de 2020 environ 3480 habitants a depuis très longtemps vécu une situation très difficile dans son approvisionnement en eau potable.

Les besoins en eau potable de la commune qui sont assurés par la conduite de BÉNI BAHDEL avec un débit de 3,5 l/s.

La quantité d'eau qui était allouée à cette zone à partir du barrage de BENI BAHDEL ne répond plus aux besoins en eau de la commune de CHENTOUF ces dernières années en raison de la sécheresse. Alors que les besoins en eau potable de la population calculés sur la base d'une dotation de 150 l/j/Hab sont évalués à 480m³/j en 2020, la capacité de production mobilisée n'a jamais dépassé un volume d'environ 300m³/j. Cette capacité de mobilisation n'a permis qu'un approvisionnement d'une journée sur quatre, dans les périodes de grande consommation.

La population augmente rapidement et les besoins en eau, alimentaires, industrielles et agricoles sont de plus en plus élevés avec le temps. Certes, la mobilisation de la ressource en eau n'a jamais cessé de progresser, mais cette croissance est insuffisante et inférieure à celle de la demande, entraînant un écart entre le volume demandé et le volume offert par les services de l'eau. Il s'est avéré nécessaire à envisager une solution définitive et durable pour répondre aux besoins de cette agglomération.

L'évaluation des ressources mobilisables de la ville de CHENTOUF a démontré que les apports en eau sous-terraines et superficielles ne pouvaient à elles seules apporter une solution définitive, et ce, malgré la diversité des apports et la réalisation de deux ouvrages de stockage, d'où la nécessité de recourir à transférer l'eau de dessalement à partir du réservoir 2*10000 m³.

La détection des ressources en eau a entamé la réalisation d'une adduction en diamètre 160 mm doit véhiculer les eaux de dessalement jusqu'au réservoir de 1000m³ de CHENTOUF (côte 405m) à partir de la station de pompage de l'ITMA (réservoir 2*10000m³) les seront ensuite transférées gravitairement jusqu'au réservoir existant 1000m³ à la côte (324m). Ce réservoir est conçu pour assurer l'alimentation en eau potable la ville de CHENTOUF et les zones rurales.

Cette phase d'étude nous ont permis de récolter toutes les données de base concernant la ressource en eau, soit le volume d'eau totale rassuré jusqu'à l'horizon 2045 est presque de 540000 Mm³.

L'adduction objet de cette étude démarre à partir du réservoir projeté de 2*10.000m³ à l'ITMA à la côte de 324m, et doit assurer l'alimentation de toutes les agglomérations de la ville de CHENTOUF

CHAPITRE I :

**Présentation de la zone
d'étude**

I.1 Historique

Avant d'entamer les différents points nécessaires à l'étude. Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres et prévalent au niveau de la commune de CHENTOUF. Ces caractéristiques sont représentées essentiellement par la situation de la ville.

Chentouf, anciennement Le Keroulis, est une commune de la wilaya d'Aïn Témouchent en Algérie. Chentouf vient du diminutif de Sidi Mohamed BOUCHENTOUF saint dont le tombeau est au sein du village.

La commune de Chentouf tient son origine, ou son noyau initial, du domaine du Kéroulis², qui était en 1960 la plus grande exploitation viticole d'Algérie, exploitée en société anonyme, fondée en 1919 par la famille Germain, déjà viticulteurs dans la Mitidja. Ce domaine était compris dans le douar Souf-el-Tell, constitutif de la commune mixte d'Aïn Témouchent. [1]

La commune n'est pas constituée dès la dissolution en 1956 de la commune mixte, mais quelque temps plus tard, sous le nom de Kéroulis, par le remembrement de fractions du territoire de l'ancienne commune mixte rattachées aux communes de De Malherbe, Laferrière et Hammam Bou Hadjar⁴.

Le centre urbanisé de la commune a aussi la même origine, puisqu'il s'agit du village précaire des salariés permanents et saisonniers du domaine, reconstruit en dur à partir de 1956, et nommé alors « cité ouvrière du douar Chentouf »⁵.

La commune du Kéroulis est absorbée après l'indépendance de l'Algérie par celle d'Aïn Témouchent⁶ ; la localité est renommée Chentouf, et enfin reprend son rang de commune lors de la réforme territoriale de 1984.

I.2 Situation géographique de la ville de Chentouf

La commune de Chentouf s'étend sur une superficie globale de 57.63km². Elle est distante de 10KM de la wilaya d'AIN TEMOUCHENT, elle est limité par : [1]

- ❖ Nord- Est : de la commune de HAMMAM BOUHDJAR
- ❖ Est : de la commune de HASSASNA
- ❖ Ouest : de la commune d'AIN TEMOUCHENT chef-lieu de Wilaya.

Le centre de Chentouf est traversé par deux axes routiers :

- R.N N° : 101 (AIN TEOUCHENT-CHENTOUF- SIDI BE ABBES) ex C.W 85 reclassé en R.N par J.O.N° :38 du 29/05/2002.
- C.W.59 (CHENTOUF-HAMMAM BOUHDJAR)

A) Les équipements

- Ecole 02.
- Lycée
- Salle de soins.
- Salle de sport
- Centre de santé.
- Mosquée.

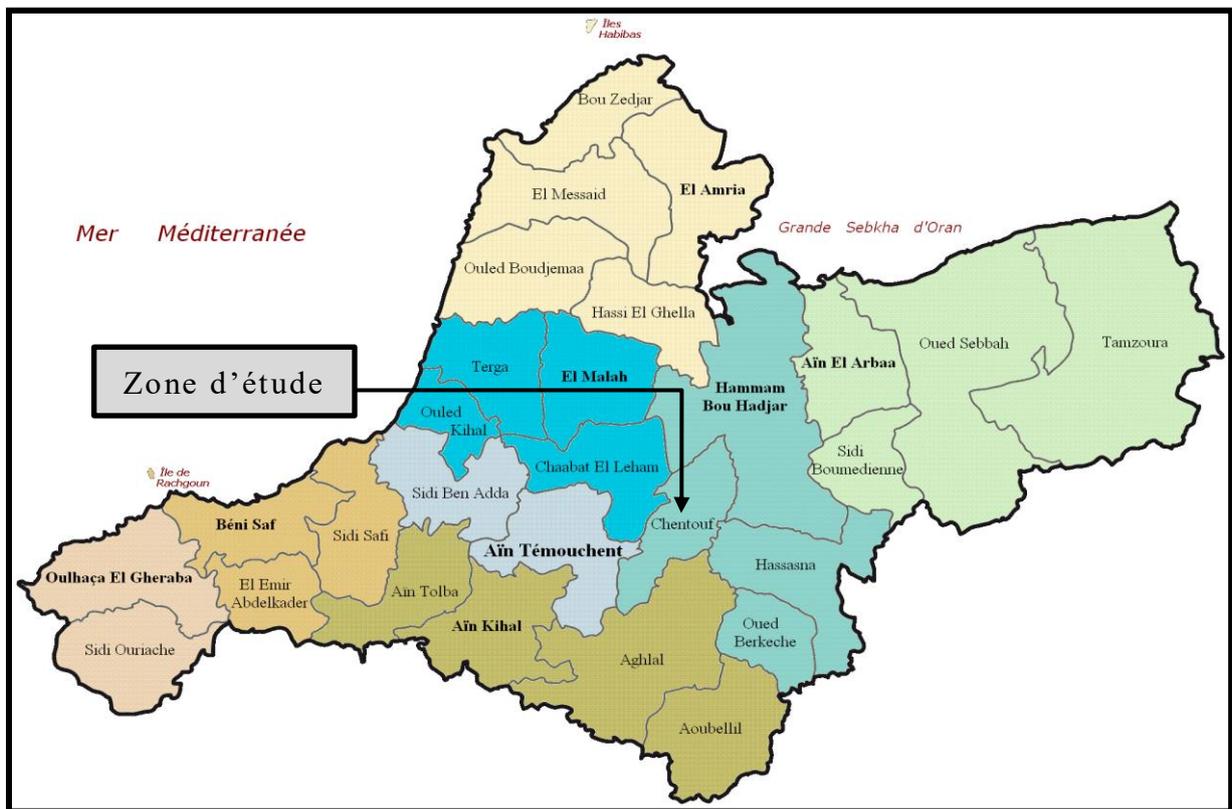


Figure I .1: Situation géographique de la commune de CHENTOUF

La commune de CHENTOUF à une superficie d'environ de 5700 hectares et un nombre d'habitons de 3410habitons et un taux d'accroissement de 3.2%.



Figure I.2 : Photo satellite de la ville de CHENTOUF

I.3 Relief

La commune de de CHENTOUF est une commune de plaine située au cœur d'une zone agricole sur un site caractérisé par une topographie assez régulière et présentant de faibles pentes.

Elle est encadrée par des terres à fortes valeur agricole et bandée au Nord-est par une bande rocheuse occupant une forte emprise avec une altitude moyenne de 475m [5]



Figure I.3 : Carte de relief de la zone d'étude

I.4 Situation topographique

D'après l'examen de la carte topographique de la région d'étude, on a constaté que le terrain présente de faibles différences de niveau alors le terrain est presque plat. [2]

Nous remarquons que :

- Le point plus haut est $Z_{\max} = 510$ (m).
- Le point plus bas est $Z_{\min} = 410$ (m)

I.5 Situation climatique

La région de CHENTOUF bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par un été sec et chaud et un hiver doux, relativement humide. L'influence de la méditerranée, combinée à celles des vents de terres et de mer, se traduit par de grandes variations du taux d'humidité de l'air qui reste en moyenne assez élevée. [5]

I.5.1 Les précipitations

Nous examinerons les paramètres climatiques, en particulier les précipitations, les températures, l'évapotranspiration. En utilisant les données météorologiques recueillies auprès de l'Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé (I.T.M.A, AÏN TEMOUCHENT) qui dispose d'une station installée à une altitude de 330m, aux coordonnées géographiques indiquées dans le tableau I.1 [2]

Tableau I.1 : Présentation de la station d'AÏN TEMOUCHENT (I.T.M.A).

Latitude	Longitude	Altitude (m)
35°17' N	01°07' W	330

**Tableau I.2 : Précipitations moyennes annuelles de la région de
CHENTOUF (I.T.M.A).**

Années	Précipitations (mm)	Années	Précipitations (mm)
1995-1996	345,2	2008-2009	605,3
1996-1997	337,9	2009-2010	487,3
1997-1998	355,5	2010-2011	480,8
1998-1999	313,2	2011-2012	409,2
1999-2000	317,9	2012-2013	714
2000-2001	536,1	2013-2014	575
2001-2002	420,5	2014-2015	510.8
2002-2003	558,5	2015-2016	316.1
2003-2004	367,2	2016-2017	463.8
2004-2005	304,9	2017-2018	424.7
2005-2006	356,3	2018-2019	312.1
2006-2007	376,8	2019-2020	247.32
2007-2008	282,5	2020-2021	225.17

L'année pluvieuse est 2012-2013 avec une hauteur de 714 mm et l'année la plus sèche est celle de 2020/2021 avec 225.17 mm.

Si la moyenne de précipitation tombant dans la région est voisine de 300.49 mm, il faudrait préciser très irrégulier de cette pluviométrie.

Il a été constaté ces dernières années une diminution d'enneigement et une baisse inquiétante des précipitations.

I.5.2 Températures

Les observations climatiques sont généralement irrégulièrement effectuées, surtout en ce qui concerne la température à l'échelle horaire ou journalière. Mais, d'une manière grossière à l'échelle mensuelle ou annuelle, chose qui nous a permis d'affiner convenablement ce paramètre en terme de connaissance des caractéristiques climatiques de la région. [2]

Les températures sont irrégulières et variables avec minima relatifs mensuels en hiver, et l'absolu, en janvier et février avec une valeur moyenne de 14.1°C .le maximum étant situé en aout avec une température de 23.32 °C de moyenne

Tableau I.3 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures, maxima, et minima à la station d'AÏN TEMOUCHENT (1995/1996 – 2011/2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	An
Tm (°C)	18,	15,6	11	9,1	8,2	8,2	9,8	11,6	14,3	18,6	21,4	22,6	14,1
TM (°C)	28,8	25,6	19,1	16,6	15,6	16,3	18,9	21,33	25,8	28,98	31,4	31,24	23,32
T _{moy} (°C)	23,8	20,65	15,1	12,92	11,9	12,3	14,4	16,4	20,0	23,8	26,4	26,9	18,7

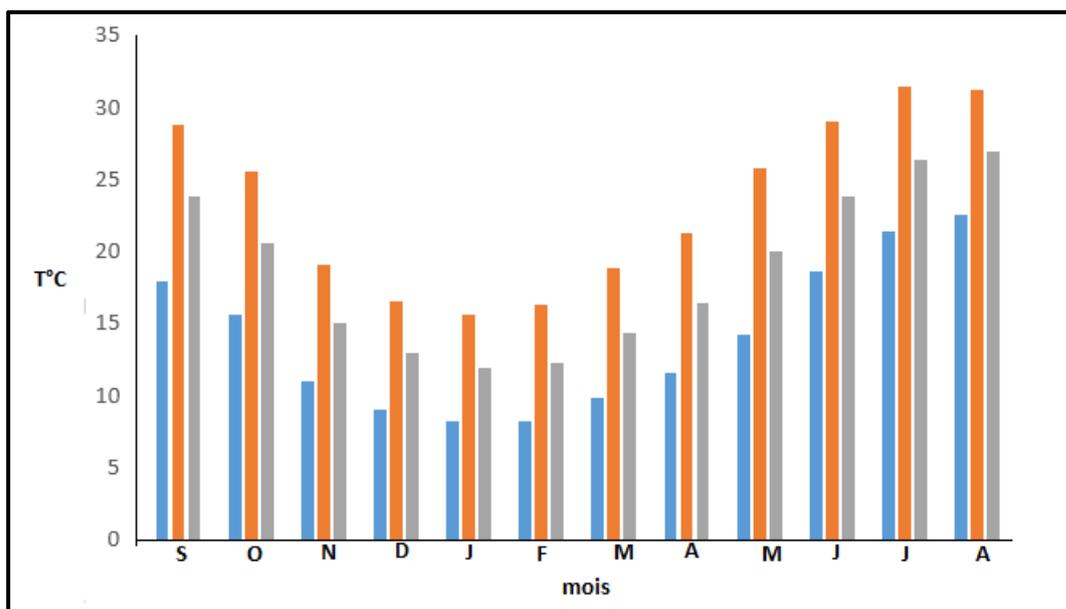


Figure I.4 : représente les températures, maximale, moyenne et minimale

LEGENDE :

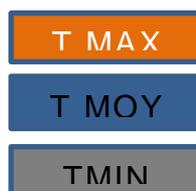


Tableau I.4 : Températures et précipitations moyennes mensuelles à la station d'AÏN TEMOUCHENT

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
P(mm)	19,2	48,0	69,2	52,1	65,2	47,0	35,1	37,1	22,3	3,2	0,7	4,1
T(°C)	23,8	20,65	15,04	12,92	11,9	12,3	14,4	16,4	20,0	23,8	26,4	26,9

I.5.3 Le vent

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat, la possibilité des procéder à un projet d'aménagement quelconque, particulièrement dans l'édifice des ouvrages d'art, lui confère un intérêt Important en matière de connaissance des vitesses maxima dont la région est soumise.

Les potentialités d'évapotranspiration sont également liées aux mouvements de l'air qui conditionnent les variations du bilan hydrique à l'échelle des valeurs moyennes mensuelles et annuelles. Les vents dominants suivent deux directions préférentielles opposées : [1]

- **Les vents de mer :**

Direction nord-ouest, c'est une légère brise, les vitesses des vents varient entre 6.8 km/h le jour et 18.2 km/h la nuit et leurs fréquences maximums est entre juillet et aout.

- **Les vents de terre :**

Direction sud. Les vitesses des vents varient entre 12km/h et 62 km/h.

La région se caractérise par une forte humidité 70%, sa distance par rapport à la mer

Tableau I.5 : Moyennes Interannuelles du vent Station l'ITMA en (m/s)

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
V Moy(1/10)	17.8	16.6	22.4	22.3	21.9	23.1	22.1	27.5	18.9	18.9	15.7	16.1
V maximal	16.9	16.5	18.3	20.5	18.6	20.3	22.3	20.6	20.5	16.6	14.7	15.8
NbJ >20m/s	0.7	1.2	1.1	2.1	1.4	2.2	2.4	3.8	2.2	0.6	0	0.4

Source l'ANRH

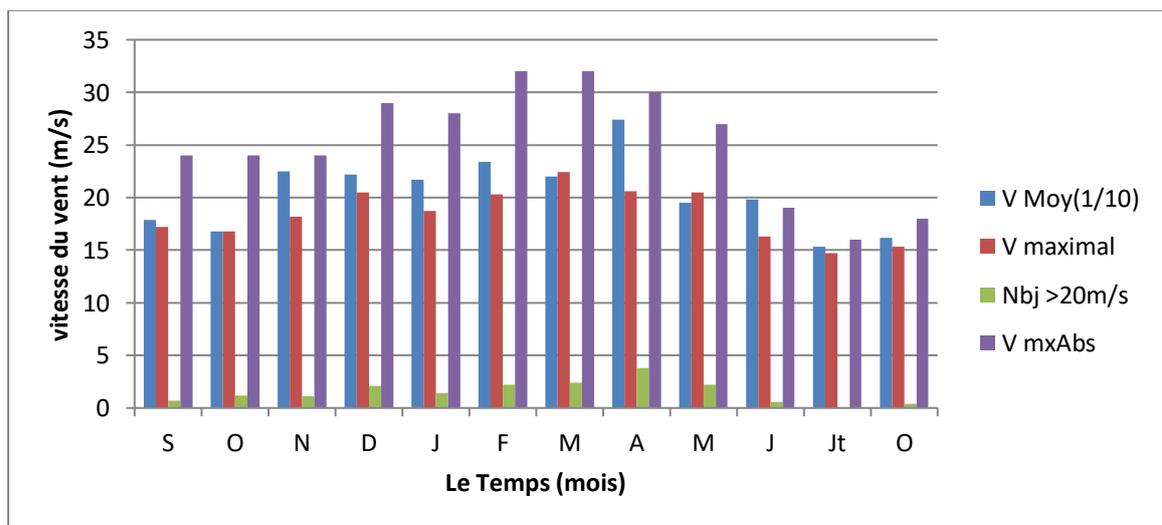


Figure I.5 : Histogrammes du vent par mois

Tableau I.6 : des fréquences de la rose des vents station de BENI SAF

Secteur	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence en %	8	29	3	1	1	9	42	7

Source l'ANRH

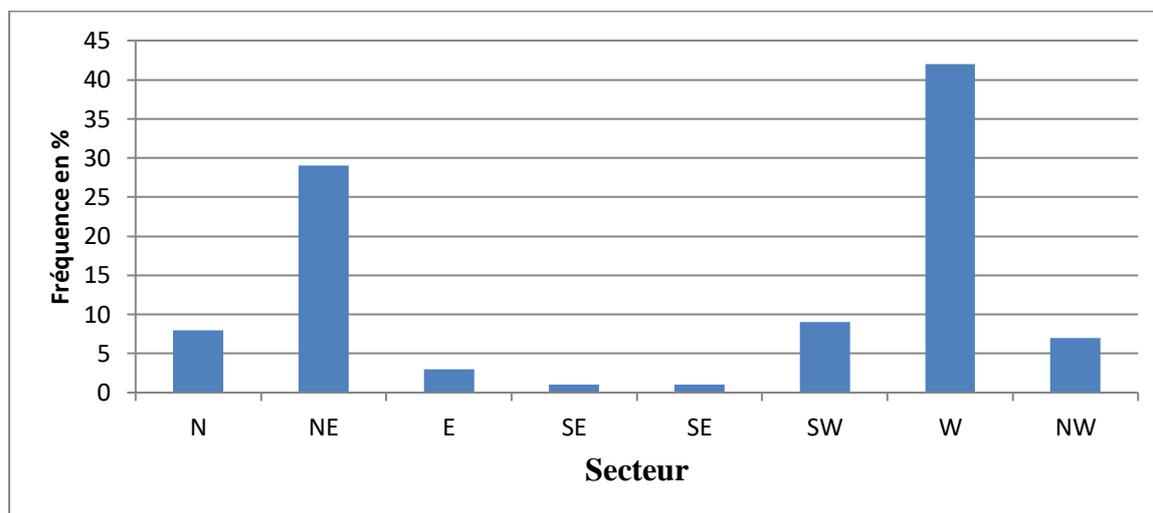


Figure I.6 : Histogrammes de la fréquence des vents par secteur

I.5.4 Humidité

les données de la station AIN TEMOUCHENT ‘trois marabouts, en saison estivale, il y’a moins humidité, mais plus humide en saisons pluvieuses en raison des masses d’air très chargées en vapeur d’eau venant précipiter leur tribut de pluie directement sur le relief en montagne L’humidité relative annuelle moyenne est évaluée en respectivement a environ 69%. [2]

On lit sur le graphe que l’humidité relative dans cette zone ne s’abaisse jamais, en toutes saisons, en dessous de 50 %. L’apport de sécheresse est expliqué par la conjugaison des facteurs locaux tels que le relief sans couverture végétale et la position de la région sous le vent des crêtes orientales de la Tafna qui, le plus souvent, appauvrissent l’invasion des masses d’air en vapeur d’eau.

Tableau I.7 : Répartition de l’humidité moyenne mensuelle (2000-2021)

station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
A. Temouchent	36	67	73	79	78	79	71	65	66	60	63	62

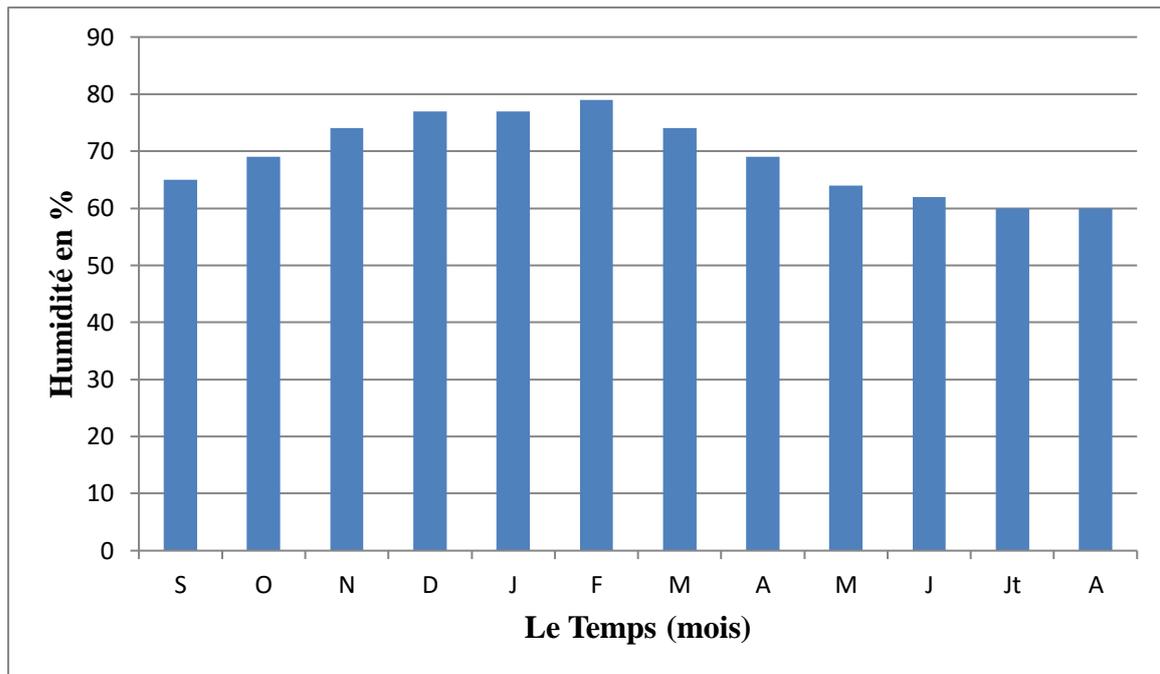


Figure I.7 : Histogrammes D'humidité moyenne par mois

I.6 Aperçu géologique

Le substratum géologique de la région d'étude est varié, mais il se constitue essentiellement du pliocène supérieur et de roches sédimentaires du chaînon crétacé-néocène à albien. Cadre stratigraphique : les différentes unités stratigraphiques de la région sont les suivantes : [1]

I.6.1. Les roches éruptives

Dans la partie nord du territoire de la commune la plus grande partie du sol est constitué de coulées et de produits de projections, on y trouve des :

- ✓ Des roches basaltiques ou d'épanchements :

Les coulées basaltiques représentent une grande épaisseur, elles sont riches en élément ferrugineux ce qui lui donnent une teinte sombre noire ou grise.

Elles se trouvent de part et d'autres de la RN 2, du chef-lieu de la commune vers Ain Temouchent, elles occupent la majorité du territoire. [2]

- ✓ Des tufs vulcano-sédimentaire

Ce sont des dépôts meubles qui peuvent atteindre des épaisseurs de plusieurs mètres (qui sont une réserve géologique à exploiter).

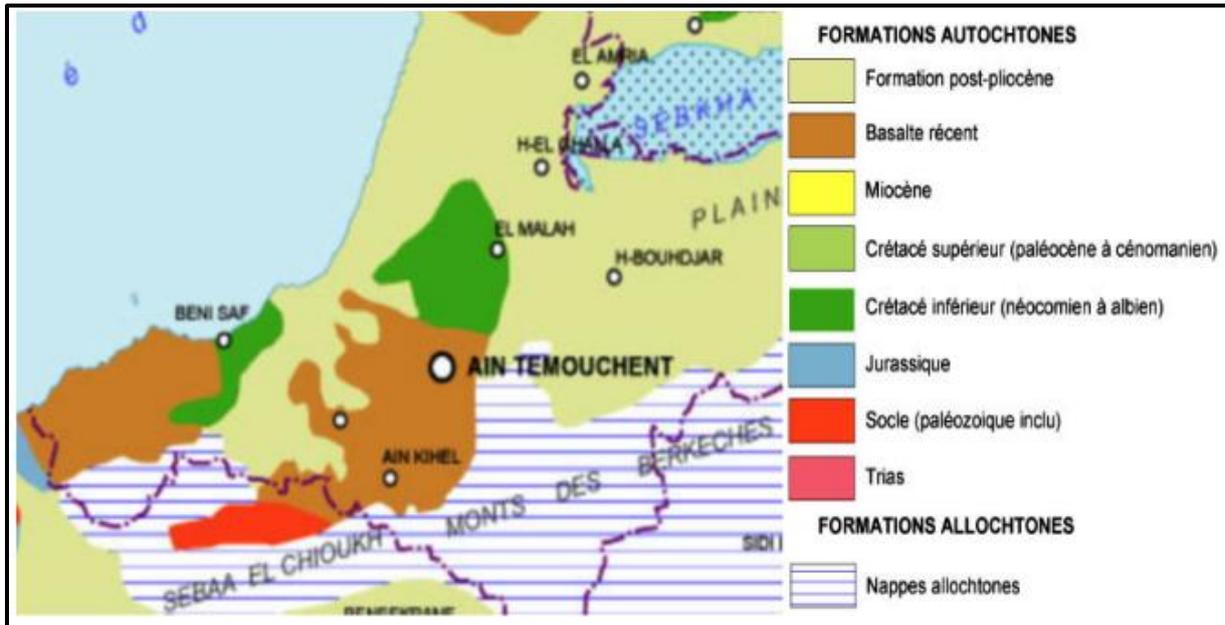


Figure I.8 : Carte géologique de la zone d'étude

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue topographie, géologie, démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet. Evaluation des besoins en eau et étude d'adduction.

CHAPITRE II :

***Situation de l'alimentation en eau potable de
la ville de CHENTOUF***

II.1 Introduction

En règle générale, le niveau de la consommation d'eau douce d'un pays exprime son niveau de développement économique. Dans les régions du monde qui sont en voie de développement, la population utilise beaucoup moins d'eau par personne que celle des régions développées. En Afrique, les retraits annuels moyens d'eau par personnes n'atteignent que 47 l/j ; en Asie, le chiffre est de 85 l/j. par contre, on estime la consommation d'eau à 334 l/j dans le Royaume-Uni et à 578 l/j aux Etats-Unis.

Mais toute action de développement ou d'aménagement ne peut être convenablement entreprise sans avoir un inventaire détaillé ou fichier hydraulique qui constitue un instrument de base dans la gestion des rescousses en eau à court, moyen et long terme.

Pour pouvoir juger les ressources, il faudrait les confronter d'abord aux besoins en eau de tous les secteurs afin de déterminer le déficit qui se traduit par un manque d'eau à combler ou l'excédent qui exprime un surplus, le bilan Ressources – Besoins en eau.

II.2 Estimation de l'évolution des besoins en eau

II.2.1 Les besoins actuels en eau

Les besoins actuels en eau de la commune de CHENTOUF :

II.2.1.1 Estimation de l'évolution des besoins actuels

Les besoins actuels en eau de la ville de CHENTOUF englobent :

- **Les besoins en eau domestique,**
- **Les besoins en eau industriels,**
- **Les besoins en eau d'irrigation,**
- **Les besoins en eau des équipements :**
 - ✓ Equipements d'enseignement et de formation,
 - ✓ Equipements de santé,
 - ✓ Equipements administratifs,
 - ✓ Equipements culturels,

Et comme on ne dispose pas des normes pour la dotation domestique, et d'après une étude la direction des ressources en eau et l'algérienne des eaux sur la consommation en eau potable dans quelque ménagers, cette expérience montre que le citoyen consomme au moyen 150 l/j/hab.

A- Les besoins de la population

Les besoins actuels en eau potable sont évalués sur la base de l'évolution de la population (tableau n°II-1) et selon les différentes dotations en eau potable par habitant. Le calcul de ces besoins est arrêté par l'équation suivante :

$$Q_1 = D * N \dots \dots \dots \text{II}$$

Q₁ : les besoins en eau de la population en 2022

N : le nombre d'habitant (hab).

D : dotation en l/j/hab (150l/j/hab).

Tableau.II.1 : Besoins actuels de la population en 2021

<u>La commune</u>	<u>Année</u>	<u>Population</u>
<u>CHENTOUF</u>	<u>2021</u>	<u>3410</u>

Ces besoins en eau potable sont évalués selon une dotation en eau potable par habitant.

$$Q_1 = D * N \dots \dots \dots \text{II}$$

Q₁ : les besoins en eau de la population en 2021

N : le nombre d'habitant (hab).

D : dotation en l/j/hab (150l/j/hab).

D : dotation = 150L / j / hab

Q₁: Les besoins en eau de la population en 2021

N : le nombre de population

$$Q_1 = 150 * 3410$$

$$Q_1 = 511500 \frac{L}{j} = 511.5 m^3 / J$$

B- Besoins industrielles

Dans le cas de la ville de CHENTOUF les besoins en industrielle a estimé à 1% de la production de l'année en cours :

$$Q_2 = 1\% * Q_I$$

Q₂ : Les besoins en industrie en (m³/s) en 2022

Q_I : besoins en eau domestiques en (m³/s)

$$Q_2 = 0.01 * 186697.5$$

C- Besoins en eau des équipements

Les besoins en eau des équipements de la ville de CHENTOUF sont calculés par la formule suivante :

$$Q_3 = 20\% * Q_I$$

Avec :

Q₃ : besoins en eau des équipements en (m³/s)

Q_I : besoins en eau domestiques en (m³/s)

$$Q_3 = 0.2 * 186697.5$$

D- Estimation des besoins

C'est l'ensemble des besoins de la population, des équipements, des industries :

Tableau.II.2 : Estimation des besoins actuels (2021)

Désignations	Besoins actuels en (m ³ /j)
Domestiques	511.50
Industrielles	5.12
Equipements	102.30
Total	618.92

E- Balance des ressources - besoins actuels

Les calculs de la balance ressources-besoins actuels sert à déterminer l'équation offre/ demande de 2022 on a :

- Production actuelle des ressources hydriques : **230425.25 m³/an**
- Besoins actuels **225904.015 m³//an**

Donc nous avons un bénéfice dans la production des ressources hydriques dans la commune de CHENTOUF

$$\text{Taux de satisfaction} = \frac{\text{Volume produit}}{\text{Besoins}} \times 100$$

Tableau. II.3 : Récapitulatif des besoins/ressources (2021)

Ville desservie	Besoins actuels en (m ³ /an)	Production actuel (m ³ /an)	Reserve actuel (m ³ /an)	Taux de satisfaction En (%)
Commune de CHENTOUF	225904.015	230425.25	4521.23	100

Le volume mobilisé pour l'alimentation en eau potable (domestiques, équipement et industrie) actuellement est de **230425.25 m³/an**.

La demande en eau actuelle est estimée pour une population de 3410 habitants en 2021 avec des besoins de 225904.015 m³/an, à moyen terme pour assurer une dotation de 150 L/j/hab.

III-.2.1.2- Besoins du futur

La prévision de la croissance de la population future est estimée selon les hypothèses suivantes : Donner au D.R.E une croissance démographique stable ($\alpha = 1.51\%$) (D.R.E AIN TEMOUCHENT) aux différentes échéances.

La population aux différents horizons est estimée par la formule de projection.

La population prise comme référence (départ) est celle de l'année 2021 qui est estimée à 3410 habitants.

Les calculs sont faits avec une dotation **D= 150 L/j/hab**.

L'estimation de la population future est évaluée par la méthode de projection classique par la formule :

A- Estimation de la population future 2045

La population actuelle et future de la commune de CHENTOUF a été estimée sur la base de la relation suivante :

L'évolution de la population future de la commune de CHENTOUF se fait aux horizons :

- Court terme
- Moyen terme
- Long terme

La population aux différents horizons est calculée d'après la formule des accroissements finis :

$$Pf = P_0 \left[1 + \left(\frac{t}{100}\right)\right]^n \dots\dots\dots$$

Avec :

Pf: Population futur de la commune de CHENTOUF (2045)

P₀ : Populations actuelles (2021)

T : le taux d'accroissement (1.51%)

n : La différence entre l'année de référence et l'année de l'horizon projeté (24 ans).

Tableau.II.4 : Nombre d'habitants actuel (2021) de la commune de CHENTOUF

Ville	Nombre d'habitants en 2021	Taux d'accroissement en (%)
Commune de CHENTOUF	3410	1.51

Comme la montrent les valeurs du tableau ci-dessus, la population de la commune de CHENTOUF en 2021 est de 3410hab avec un taux d'accroissement de 1.51 %.

Tableau.II.5 : Nombre d'habitants estimés pour les années futures (Horizon 2045) de la commune de CHENTOUF

Horizons	2021	2025	2030	2035	2040	2045
Population	3410	3621	3902	4206	4533	4886

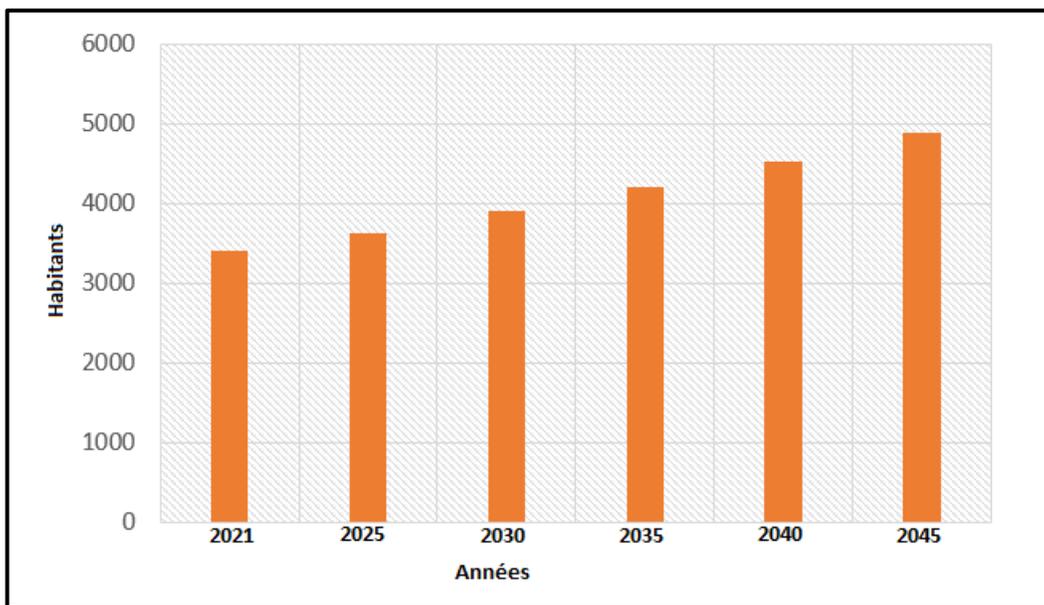


Figure II.1 : L'évolution de la population de CHENTOUF 2045

Sur la figure ci-dessus, on peut clairement voir la situation démographique future de la commune de CHENTOUF qui est caractérisée par une croissance continue de sa population ce qui va augmenter plus la demande en eau.

B- Evaluation des besoins en eau futurs de la population horizon 2045

Le calcul de la demande en eau potable domestique dépend directement du développement démographique.

Le choix de cette dotation est fait en tenant compte deux facteurs suivants :

- ❖ Selon les régions.
- ❖ Selon le type des agglomérations.
- ❖ Selon les ressources en eau

Remarque : Pour la ville de CHENTOUF la dotation nous prenons la valeur de 150 L/j/hab à l'Horizon 2045. (Source D.R.E)

Les besoins en eau potable sont déterminés d'après les formules suivantes :

$$Q_f = P_f \frac{D}{86400} \dots\dots\dots$$

Q_f : besoins en eau de la population en l'an 2045,

P_f : population projetée en 2045 = 4886habitants

D : dotation hydraulique journalière égale à D=150 L/ j /hab

Tableau II.6 : Estimation de la consommation domestique futur

L'horizon	Population future	Besoin future (m ³ /an)	Besoin future (m ³ /j)	Besoin future (L/s)
2021	3410	186697.50	511.50	5.92
2025	3621	198232.02	543.10	6.29
2030	3902	213657.41	585.36	6.78
2035	4206	230283.11	630.91	7.30
2040	4533	248202.54	680.01	7.87
2045	4886	267516.37	732.92	8.48

Comme le montrent les valeurs du tableau ci-dessus, les besoins augmentent d'une année à l'autre.

C- Calcul des besoins des équipements de la ville de CHENTOUF :

Les besoins en eau pour les équipements seront estimés à 20% des besoins domestique

$$Q_{ept} = 20\% * Q_f$$

Avec :

Q_{ept} : besoins en eau des équipements en (m³/s)

Q_f : besoins en eau domestiques au future en (m³/s)

Tableau II.7 : Les besoins futurs des équipements

L'horizon	Population future	Besoins Future domestiques Q _f (m ³ /j)	Besoins des équipements (m ³ /j)	Besoins des équipements (L/s)
2021	3410	511.50	102.30	1.18
2025	3621	543.10	108.62	1.26
2030	3902	585.36	117.07	1.36
2035	4206	630.91	126.18	1.46
2040	4533	680.01	136.00	1.57
2045	4886	732.92	146.58	1.70

D- Calcul des besoins de l'industrie de la ville de CHENTOUF :

Les besoins en eau pour les industries seront estimés à 4% des besoins future domestiques

$$Q_{ind} = 4\% * Q_f$$

Avec :

Q_{ind} : besoins en eau de l'industrie en (m³/s)

Q_f : besoins en eau domestiques de future en (m³/s)

Tableau II.8 : Les besoins futurs de l'industrie

L'horizon	Population future	Besoins Future domestiques Q_f (m ³ /j)	Besoins de l'industrie (m ³ /j)
2021	3410	511.50	20.46
2025	3621	543.10	21.72
2030	3902	585.36	23.41
2035	4206	630.91	25.24
2040	4533	680.01	27.20
2045	4886	732.92	29.32

Total des besoins en eau futurs de la ville de CHENTOUF pour l'horizon 2045

$$Q_T = Q_f + Q_{ept} + Q_{ind}$$

Avec :

Q_T : besoins futurs total (2045)

Q_f : besoins futurs de la population (2045)

Q_{ept} : besoins futurs d'industries (2045)

Q_{ind} : besoins futurs des équipements (2045)

Tableau II.9 : Total des besoins en eau futurs de la commune de CHENTOUF pour l'horizon 2045

Besoin future domestiqués (m ³ /j)	Besoins future équipements (m ³ /j)	Besoins future l'industrie (m ³ /j)	Besoins totale (m ³ /j)	Besoins totale (m ³ /an)
732.92	146.58	29.32	908.81	331717.84

Tableau représente les besoins en eau futurs de la commune de CHENTOUF pour l'année 2045 sont estimés à environ 331717.84 m³/an. Pour les autres années, nous avons calculé les totaux des besoins futurs dans le tableau suivant :

Tableau II.10 : Besoins futurs (m³/j)

	Années	2021	2025	2030	2035	2040	2045
Les Besoins	domestiques (m ³ /j)	511.50	543.10	585.36	630.91	680.01	732.92
	Equipements (m ³ /j)	102.30	108.62	117.07	126.18	136	146.58
	Industries (m ³ /j)	20.46	21.72	23.41	25.24	27.20	29.32
	Totale	634.26	673.44	725.84	782.33	843.21	908.82

Remarque :

Dans le cadre de l'évaluation des besoins en eau de la commune de CHANTOUF, il a été ajouté 30% au débit moyen journalier domestique de CHANTOUF par rapport aux zones dispersées situées entre les deux communes (la commune de CHANTOUF et la commune D'AIN TIMOUCHENT).) En raison de la perturbation de l'eau potable du barrage de BANI BAHDEL (Source DRE AIN TEMOUCHENT)

$$\text{Donc les besoins domestique} = 732.92 + 732.92 \times 0,30 = 952.80 \text{ m}^3/\text{j}$$

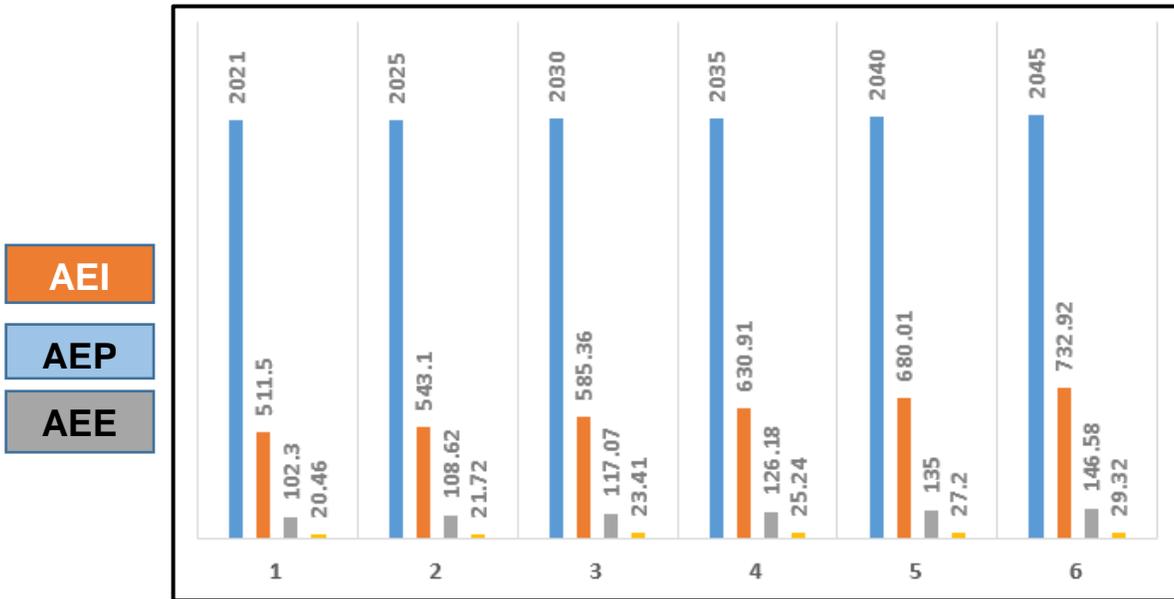


Figure II.2 : Evolution des besoins des trois catégories (AEP, AEI, AEE)

L'analyse de la courbe nous permet de dire que la catégorie domestique est la plus consommatrice d'eau dans la commune de CHENTOUF par rapport à la catégorie des équipements et la catégorie de l'industrie.

E- Consommation journalière maximale :

❖ Coefficient d'irrégularité journalière maximum :

Ce coefficient d'irrégularité journalière maximum (K_{maxj}) tient compte de la consommation journalière maximale par rapport à la moyenne, il se définit comme étant le rapport de la consommation maximale journalière et de la consommation moyenne journalière :

$$K_{maxj} = \frac{Q_{maxj}}{Q_{moyj}}$$

Avec :

$K_{maxj} = (1,1 \div 1,3)$ Dans notre étude on prend $K_{maxj} = 1,3$

❖ Débits maximum journalier

Le débit maximum journalier est définit comme étant le débit d'une journée de l'année ou la consommation est maximale.

$$Q_{maxj} = k_j \times Q_{moyj}$$

Tableau II.11 : Calcul du Débits maximum journalier

	Besoins domestiques	Besoins équipements	Besoins i industrie		
Qmoyj (m3/j)	952.80	146.58	29.32	Total	1128.70
Qmaxj (m3/j)	1238.63	190.55	38.11		1467.31
Qmaxj (l/s)	14.33	2.20	0.44		17

F- Evaluation du débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy, h} = Q_{max, j} / 24$$

Avec :

- **Qmoy, h** : débit moyen horaire en m3/h ;
- **Qmax, j** : débit maximum journalier en m3/j ;

Le débit moyen horaire de l'aire d'étude est représenté dans le tableau suivant :

Tableau II.12 : calcul du Débit moyen horaire

	Débit max j (m3/j)	- Qmoy, h (m3/h)
Besoins domestiques	1238.63	51.610
Besoins équipements	190.55	7.940
Besoins industrie	38.11	1.588
TOTAL	1467.31	61.138

G- Evaluation du débit maximum horaire

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max, h} = k_{max, h} . Q_{moy, h}$$

Avec :

CHAPITRE II : Situation de l'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF

- **Q_{moy, h}** : débit moyen horaire en m³/h ;
- **k_{max, h}** : coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

A- Coefficient d'irrégularité maximale horaire (k_{max, h}) :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. Il tient compte de l'accroissement des employés ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie.

D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{max} et β_{max} ; tel que :

$$\mathbf{k_{max, h} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}}$$

Avec :

- α_{max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend $\alpha_{max} = 1,5$
- β_{max} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau suivant donne sa variation en fonction du nombre d'habitants (employé).

Tableau II.13 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants (employé) ;

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
B _{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15

Pour notre cas le nombre employés est >1000, donc $\beta_{max} = 2$.

$$\mathbf{k_{max, h} = 1,5 \times 2 = 3}$$

Le débit max horaire de l'aire d'étude est représenté dans le tableau suivant

Tableau II.14 : calcul du débit max horaire

Débit max j (m ³ /j)	Q _{moy, h} (m ³ /h)	Q _{moy, h} (l/s)	k _{max, h}	Q _{max, h} (l/s)
1467.31	61.138	17	3	51

Ce dernier débit (**Q_{max, h} = 51 l/s**) sert à dimensionner le réseau ;

II.3 Conclusion

Le volume d'eau assuré actuellement pour l'alimentation en eau potable de la commune de CHENTOUF satisfait les besoins de la population, à l'horizon est estimé d'environ **1467.31m³/j**. Pour remédier à ce problème, il faut améliorer le rendement du réseau à court, moyen et long terme, il convient pour cela de :

- Augmenter les capacités de stockage,
- Améliorer l'efficacité du réseau par :
- Renforcement de la capacité de transport,
- Réparation des fuites.
- Maitriser les volumes produits et distribués à la tête des réservoirs :
- Installer les compteurs à la sortie des forages, à l'entrée et à la sortie des réservoirs.
- Maitriser les volumes facturés :
- Installation des compteurs chez les abonnés et procéder à leurs vérifications périodiquement.

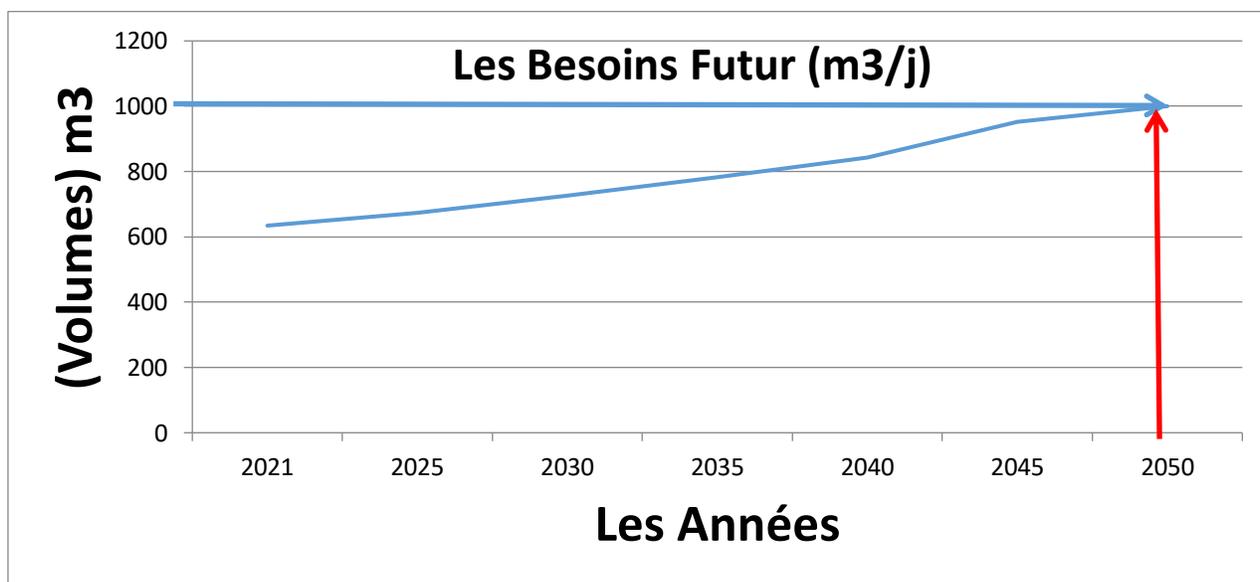


Figure II.3 : Evolution des besoins Futurs de la ville de Chentouf

CHAPITRE III :

Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Partie A : Etude de la station pompage de l'ITMA

Partie B : Etude de l'Adduction

Partie C : Etude de Stockage

Partie A : Etude de la station pompage de l'ITMA

III.1-Présentation de la station de pompage de l'ITMA :

La station de pompage est de type centrifuge axe horizontale, constitue par quatre (4) pompes de surface de type KSB multicellulaires (2 étages), les pompes sont installées en charge avec un couplage en parallèle, chaque pompe est caractérisée par (H, Q), la station fonctionné 24h/24h tel que :

- La station fonctionné 24h/24h avec quatre pompes ;
- Trois pompes en service (Chaque pompe fonctionne 06 heures de pompage) ;
- Les heures de pompage sont programmés entre 6^h:00 de matin jus au' à minuit
- La 4^{eme} pompe de secours ;
- La bache d'eau réservoir 2*10000m³
- La longueur d'aspiration $l_{asp}=32$ m, diamètre d'aspiration $D_{asp}=250$ mm ;
- La longueur de refoulement $l_{ref}=5300$ m, diamètre de refoulement $D_{ref}=160$ mm ;
- Manomètre (pression à l'aspiration, pression au refoulement) ;
- Vanne de sectionnement à l'aspiration (papillon pour les deux pompes nouvelles, opercule pour les deux pompes anciennes) ;
- Clapet, divergent, vanne de sectionnement (type papillon) à l'aval de chaque pompe ;
- Groupe (partie électrique)
- Locaux des personnels, bureau du chef de d'exploitation magazine des pièces détachées ;
- Réservoir anti bélier de capacité de 3m³



Figure III-1 : Station de pompage de quatre unités.

III.2 Choix de la pompe

Dans notre projet, on préconise de quatre (04) pompes (03+1 secours), permettront le remplissage du réservoir d'eau de 1000m³ qui vont desservir la ville de CHENTOUF et ses zones éparses par un système gravitaire.

Le choix d'une pompe nécessite une fiche technique comprenant :

- Le débit à refouler (Q)
- la hauteur de refoulement (Hmt).

A- Le débit refoulé par une pompe

La consommation journalière maximale est de **17l/s (Chapitre II)**. Les trois pompes devront refouler un volume d'eau égale à cette consommation par jour pour satisfaire la demande en aval du réservoir 1000m³. Donc un volume de **1468 m³/j** pour une seule pompe.

La pompe sera en service pendant 18h par jour.

$$Q = \frac{1468}{18} = 81.55 \text{ m}^3/\text{h} \text{ Nous prenons } Q = 82 \text{ m}^3/\text{h} \text{ d'environ } 23 \text{ l/s}$$

Soit un débit (Q) refoulé de 82 m³/h

B- Hauteur d'élévation (HP)

La hauteur d'élévation, aussi appelés Hauteur manométrique totale (HMT), correspond à la hauteur géométrique (différence entre le point bas et le point le plus haut) + les pertes de charges à l'aval de la pompe.

$$HMT = Hg + \sum_{ref}^{lin} hp + \sum_{ref}^{sin} hp + Hs \dots\dots\dots$$

HMT : la hauteur manométrique totale

Hg : la hauteur géométrique

$\sum_{ref}^{lin} hp$: La somme des pertes de charge linéaires

Hs : hauteur de sécurité on prend 10m

Tableau III.1 : Caractéristique de la pompe

Type de la pompe	Nombre de pompes	Débit refoulé (L/s)	Pression de départ HP (m)	Longueur de l'aspiration (m)	Longueur de refoulement (m)	La durée de pompage journalière (heur)
Pompe centrifuge axe horizontale Type KCB	04	23	110	35	5300	18

III.3 Protection contre le coup de bélier

Les appareils anti-bélier devront avoir essentiellement pour effet de limiter la surpression et la dépression. Les principaux types de protection anti-bélier sont explicités dans ce qui suit.

III.3.1 Le volant d'inertie

La spécificité de ce moyen est qu'il continue à assurer l'alimentation de la veine liquide, et ce malgré l'arrêt du moteur actionnant la pompe. Ce volant (Figure 1), qui est placé sur l'arbre du groupe, restitue l'énergie cinétique accumulée pendant la marche en régime normal au moment de la disjonction et permet ainsi de prolonger le temps d'arrêt de l'ensemble du groupe, et donc, de diminuer l'intensité du coup de bélier. En d'autres termes, la vitesse de rotation diminue lentement et il en est de même de son débit. La masse du volant est généralement accumulée près de la périphérie (Figure III.2). Le volant d'inertie est généralement peu ou non utilisable, pour les raisons suivantes : [8]

- Ce procédé est utilisé seulement pour limiter les dépressions.
- Dans le cas d'une conduite de refoulement assez grande, il faut envisager des volants avec des poids considérables, et par conséquent le système ne sera en aucun cas économique.
- Par ailleurs, plus le volant est lourd, plus le moteur doit être puissant pour pouvoir vaincre, au démarrage, l'inertie de ce volant, ce qui peut conduire à des appels d'intensité de courant inadmissibles.
- Ce procédé est finalement utilisé pour la protection des conduites à longueurs de refoulement faibles ou moyennes et qui n'excèdent pas quelques centaines de mètres

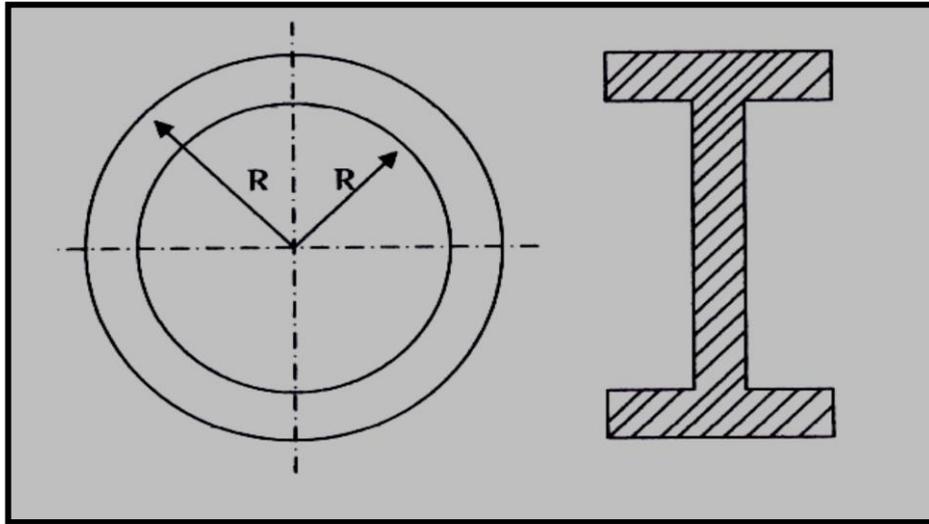


Figure III. 2 : Concentration de la masse du Volant d'inertie

III.3.2 Les soupapes de décharge

Le rôle d'une soupape Figures (III.3, III.4) consiste à dévier un certain débit à l'extérieur de la conduite à protéger, dès que la pression atteint une certaine valeur de réglage estimée généralement à environ 1.04 à 1.10 de la pression maximale admissible. L'ouverture doit pouvoir s'effectuer très rapidement pour que l'opération soit efficace.

- Les soupapes permettent la protection contre les surpressions uniquement.
- Le nombre de soupapes dépend de l'importance de l'installation et est compris généralement entre 1 et 6.
- L'utilisation des soupapes nécessite une surveillance attentive et un entretien continu.
- Il faut aussi prévoir l'évacuation vers l'extérieur de l'eau libérée.

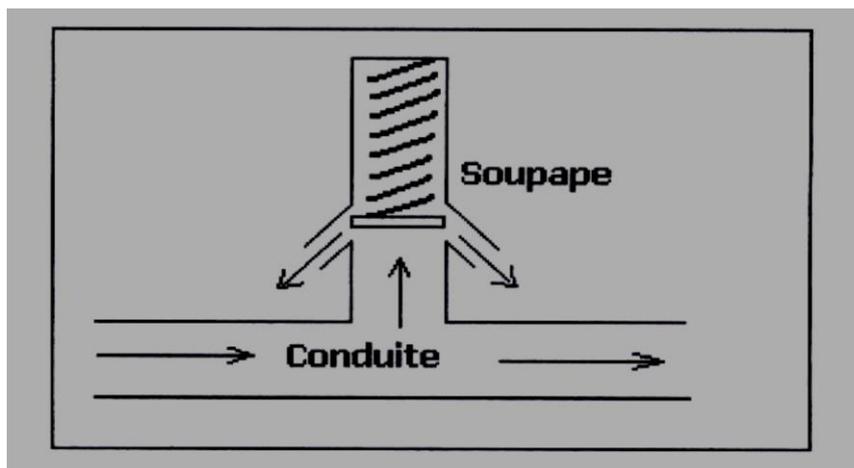


Figure III. 3 : Soupape de décharge

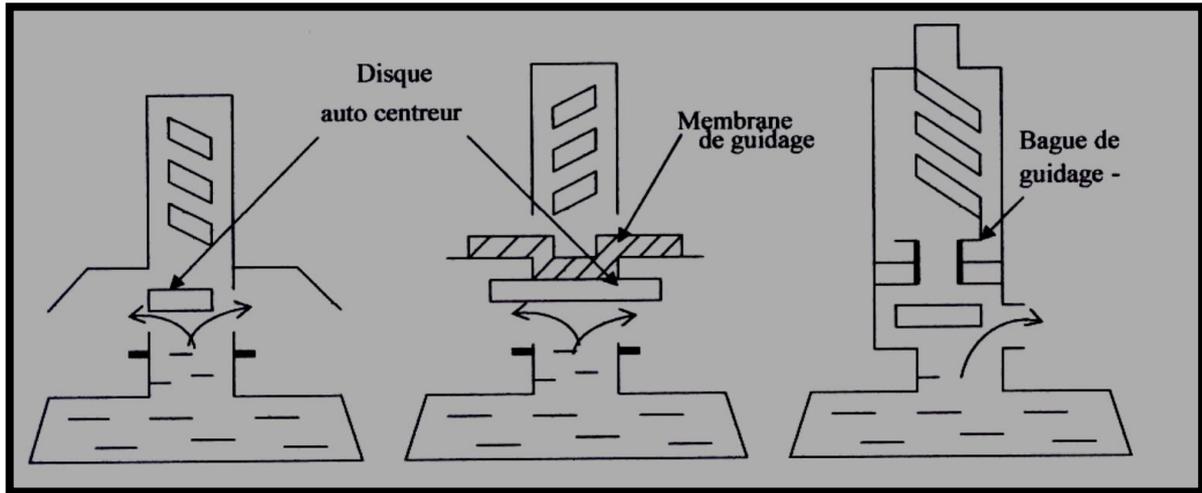


Figure III. 4 : Fonctionnement d'une soupape de décharge

III.3.3 Les ventouses (Les reniflards)

On distingue des ventouses à trois fonctions (Figure III.5) à savoir, l'évacuation de l'air contenu dans les conduites, l'admission de l'air dans ces conduites lorsqu'on procède à leur vidange et l'élimination des poches d'air qui se manifestent aux points hauts du circuit (qui peuvent provoquer des coups de bélier), d'où leur installation en des points hauts. Il y a également des ventouses à fonction unique (Figure IV.6), en l'occurrence, l'évacuation des poches d'air seulement. Une ventouse est constituée en principe d'un flotteur sphérique en caoutchouc logé dans un corps en fonte [8]

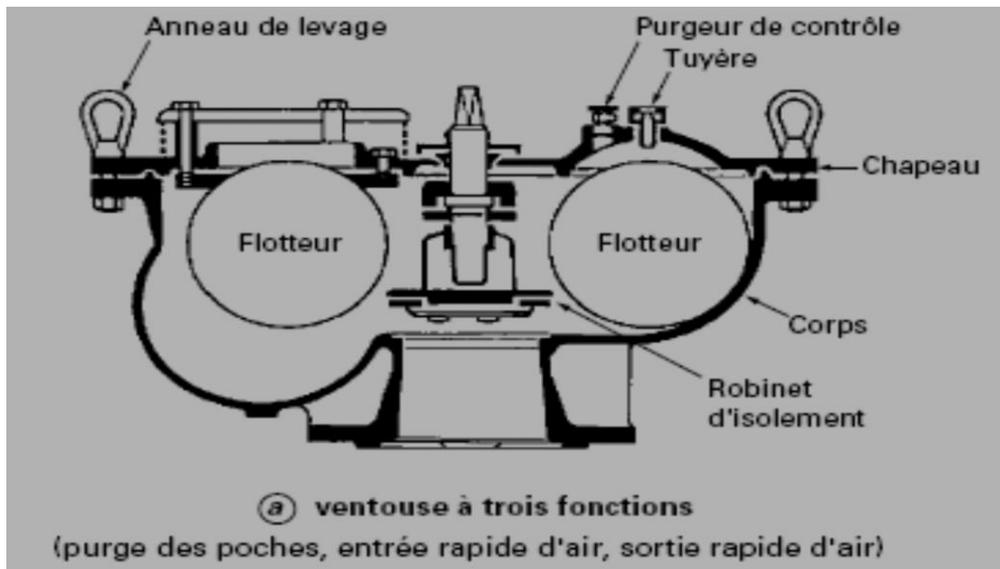


Figure III.5 : Ventouse à trois fonctions

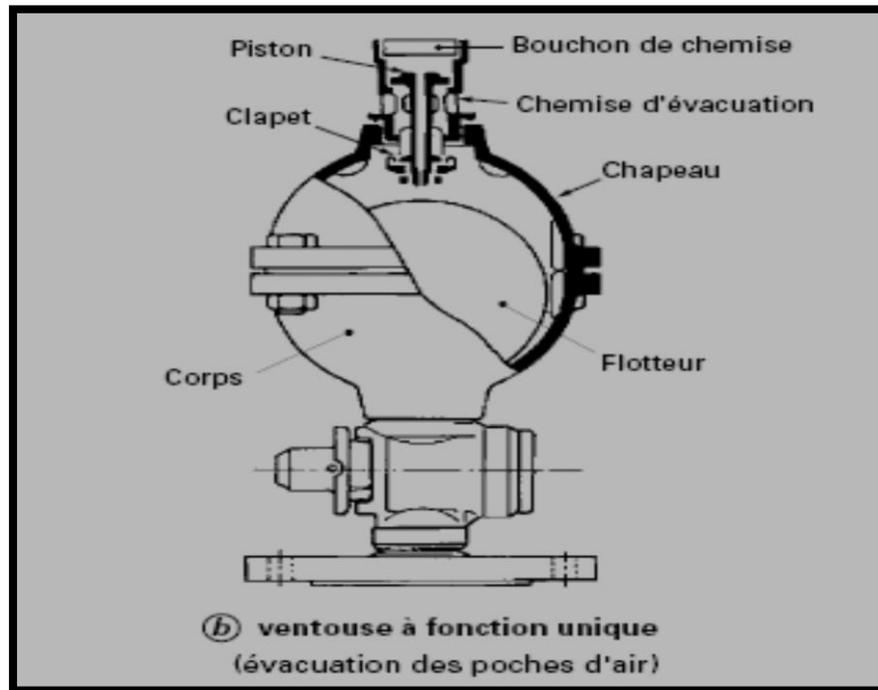


Figure III.6 : Ventouse à une seule fonction

III.4 Réservoir anti bélier (réservoir d'air)

III.4.1- Définition

Réservoir anti bélier 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-bélier,...etc." (Figure IV.7). 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. [8]

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-bélier, 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. [10]

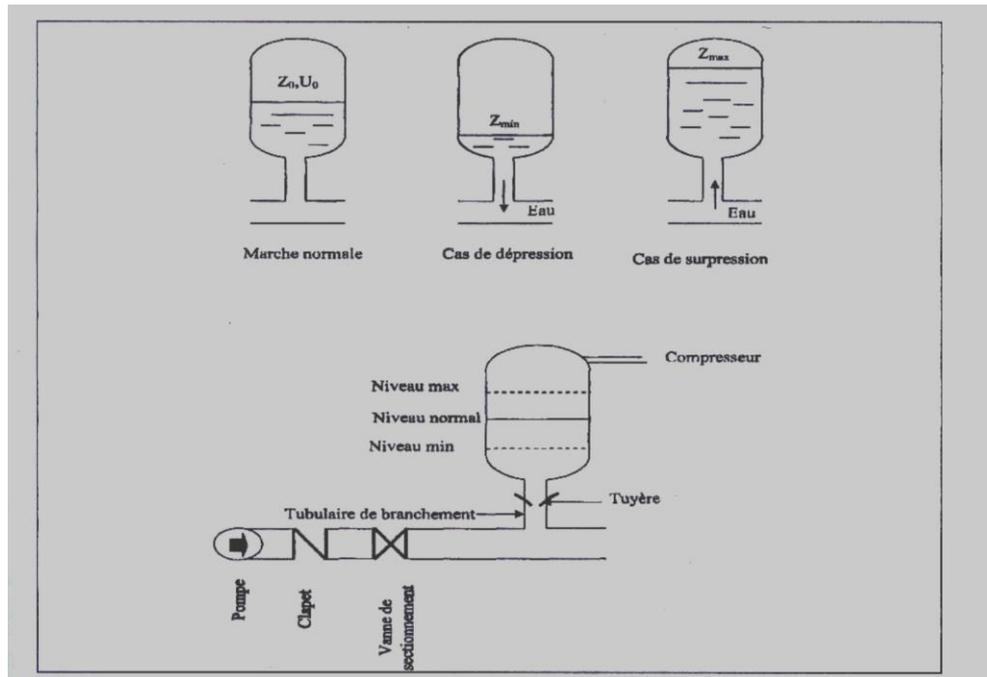


Figure III. 7 : Réservoir anti-bélier

III.4.2- Calcul du coup de bélier

III.4.2.1 Première méthode

A- Calcul simplifié

Dans ce cas, on considère le phénomène comme une oscillation en masse, c'est-à-dire :

- On néglige l'élasticité de la conduite et la compressibilité de l'eau (mouvement en bloc).
- Les pertes de charge ne sont pas prises en considération dans la conduite de refoulement.
- Le dispositif ne comporte pas d'organe d'étranglement.

Suite à ces hypothèses, on aura à faire le calcul simplifié d'un réservoir d'air qui peut largement suffire pour l'installation d'environ 17 l/s et de 5300 m de longueur de refoulement.

[13]

VIBERT a donné une expression relativement simple qui permet d'avoir le volume U_0 de l'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse V_0 . Les caractéristiques de l'air dans le réservoir d'air en marche normale sont Z_0 et U_0 (Figure IV.8). Z_0 est la pression absolue exprimée en mètres d'eau. Si on néglige la hauteur de l'eau dans le réservoir d'air au-dessus de l'axe de la conduite, la pression absolue Z_0 est telle que :

$$Z_0 = H_r + 10 \dots \dots \dots (IV.1)$$

Où :

H_r : correspond à la hauteur géométrique de refoulement.

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

On distingue ici deux phases :

- *1ère phase* : A la fin de la dépression, l'air occupe un volume plus grand et sa pression sera donc plus faible ; ainsi la pression absolue est Z_{min} .
- *2ème phase* : A la fin de la surpression, l'air occupe un volume plus petit qu'en marche normale et sa pression sera dans ce cas Z_{max} .

VIBERT a donné un abaque permettant d'avoir U_0 , et ceci en utilisant l'expression suivante :

$$\frac{U_0}{L \cdot S} = \frac{h_0}{z_0} \frac{1}{f\left(\frac{z}{z_0}\right)} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Dans laquelle, $\frac{U_0}{L \times S} = \frac{h_0}{z_0}$ et $f\left(\frac{z}{z_0}\right)$ se trouvent sur les trois échelles de

L'abaque (Figure IV.8).

Avec :

- U_0 : Volume d'air en m^3 .
- L : Longueur de la conduite en m.
- S : Section de la conduite en m^2 .
- $H_0 = V_0^2 \cdot 1/2$

Remarque : Cet abaque permet une approche pour le dimensionnement d'un réservoir d'air. Une fois que les dimensions de ce réservoir sont connues, on effectue une étude du coup de bélier en fonction des paramètres géométriques de ce réservoir.

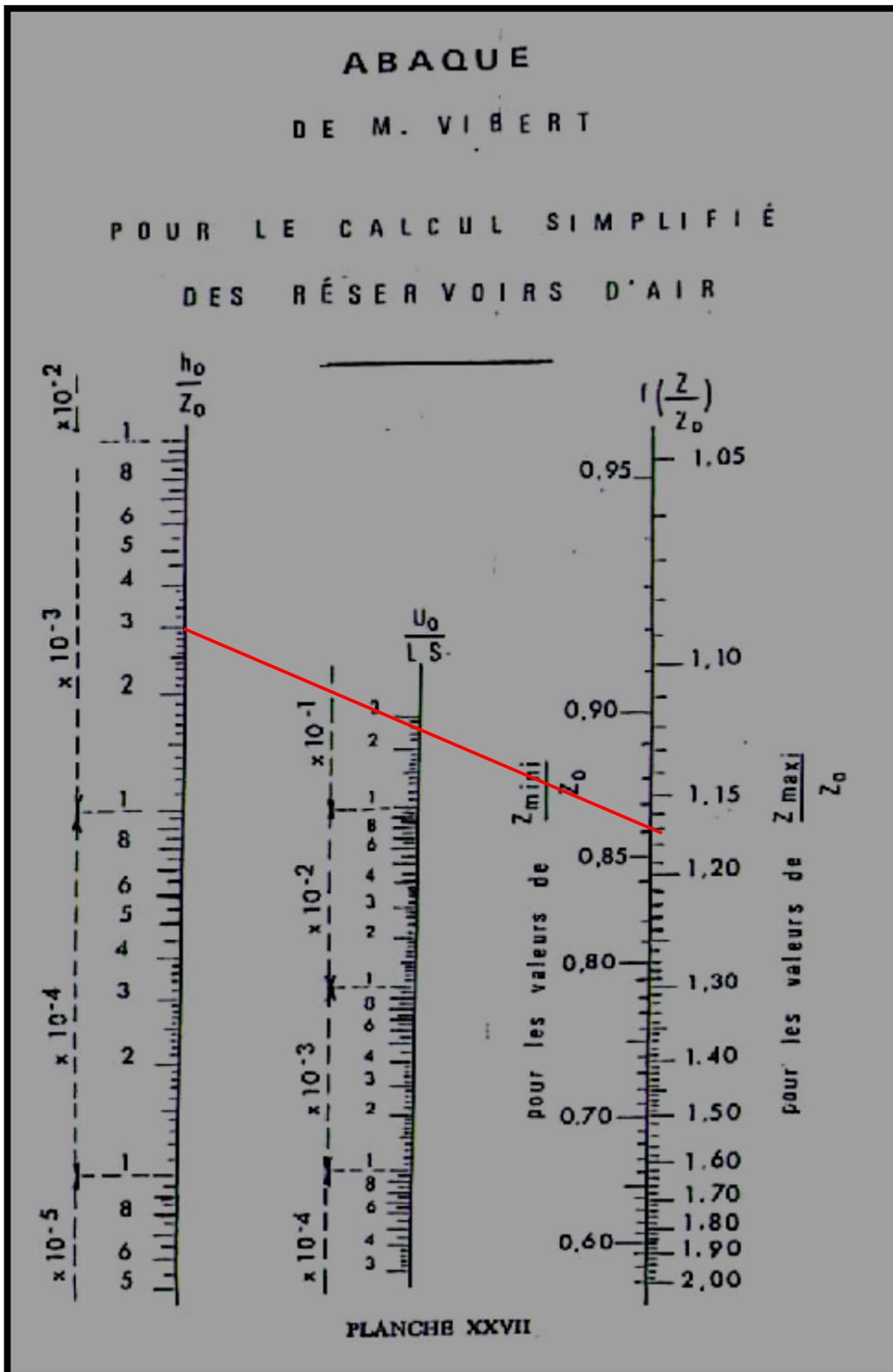


Figure III.8 : Abaque de VIBERT

Tableau III.2 : calcul hydraulique du réservoir anti-bélier

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Q (l/s)	S (m ²)	L (m)	H _g (m)	H _{MT} (m)	Z ₀ (m)	H ₀ (m)	V ₀ (m/s)	H ₀ /Z ₀ (m)	Z/Z ₀ (%)
15	0.020	5300	81	104.6	91	0.273	0.74	0.003	87.5

D'après l'abaque de VIBERT on a trouvé ce qui suit

$$\frac{U_0}{L \times S} = 0.027$$

$$U_0 = 0.027 \times 0.02 \times 5300$$

$$U_0 = 2.85 \text{ m}^3 \text{ On prend } U_0 = 3 \text{ m}^3$$

III.4.2.2 Deuxieme methode

A- Les formules de calcul :

On doit étudier le dimensionnement du reservoir anti-bélier afin que la conduite soit protégée dans son ensemble dans le cas le plus grave d'arret brusque et total de la station de pompage.

Pour l'étude de ce phénomène nous utiliserons les formules suivants :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (r.D.\frac{1}{e})}} \dots \dots \dots \text{(IV.3)}$$

Avec :

a : la vitesse de propagation des ondes (célérité en m/s)

r : depend de la nature de la conduite (k=1)

e : épaisseur de la conduite (m)

D : diamètre de conduite (m)

A.N

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \left(1.0,160.\frac{1}{0,02}\right)}}$$

$$a = 131941 \text{ m/s}$$

B- Etude de la dépression :

Pour l'étude de la dépression et le calcul de U₀ (volume d'air du réservoir) nous avons utilisé la méthode de PUCH et MEUNIER :

$$k = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0} \dots \dots \dots \text{(IV.4)}$$

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Avec :

K : qui caractérise les pertes de charge

H_{abs} : hauteur monométrique totale absolue (m)

$$H_{abs} = H_{MT} + 10$$

H_{MT} : Hauteur manométrique totale (m)

$$H_{abs} = 104.60 + 10$$

$$\mathbf{H_{abs} = 114.60m}$$

H₀ : pression statique absolue

$$H_0 = H_g + 10$$

H_g : Hauteur géométrique (m)

$$H_0 = 81 + 10$$

$$\mathbf{H_0 = 91 m}$$

Donc:

$$k = \frac{114.6 - 91}{91}$$

$$K = 0.25$$

A- Calcul A

$$A = \frac{a.V_0}{g.H_0} \dots\dots\dots(\mathbf{IV.5})$$

Avec:

A: qui caractérise la conduite de refoulement

V₀ : Vitesse de la conduite

$$V_0 = 4. Q. \frac{1}{\pi. D^2}$$

$$V_0 = 4.0,015. \frac{1}{\pi. (0.16)^2}$$

$$\mathbf{V_0 = 0.74 m/s}$$

A.N

$$A = \frac{a. V_0}{g. H_0}$$

$$A = \frac{1319.41 \times 0,74}{9,81 \times 91}$$

$$\mathbf{A=1.09}$$

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

D'après la courbe de DUDIN nous avons trouvé la valeur de $B = 0.0195$

A	K	B
1.09	0.25	0.0195

C- Calcul le volume d'air du réservoir anti-bélier U_0

$$U_0 = \frac{V_0^2 \times L \times S}{g \times H_{abs} \times B} \dots \dots \dots (IV.6)$$

U_0 : volume d'air du réservoir anti-bélier en (m^3)

S : La section de la conduite en (m^2)

L : La longueur de la conduite en (m)

B : caractérise le volume d'air du réservoir anti-bélier $0.01 < B < 0.03$

On prend $B = 0.019$

$$U_0 = \frac{0.84^2 \times 5300 \times 0,07}{9,81 \times 140 \times 0,02}$$

$U_0 = 2.80 \text{ m}^3$ **On prend $U_0 = 3 \text{ m}^3$**

Partie B : Etude de l'Adduction

III.5 Définition

Le terme d'adduction s'applique à l'ensemble des installations reliant la prise d'eau au réservoir de stockage. Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation, et pour se faire une station de pompage est nécessaire. [7]

L'établissement de la conduite de refoulement nécessite une étude technique et économique de celui-ci ces deux aspects étant liés entre eux.

Le terme d'adduction s'applique à l'ensemble des installations reliant la prise d'eau au réservoir de stockage, d'une autre manière. C'est le transfert d'une eau potable du point de piquage vers un réservoir de stockage.

III.6 Type d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement.

III.6.1 Adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le réservoir d'accumulation se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte. Dans ce cas, l'écoulement de l'eau obéit à la loi de la force de pesanteur [8]

III.6.2 Adduction par refoulement :

Ce type d'adduction est utilisé dans le cas où le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. Les eaux de captage doivent être relevées par une station de pompage.

Dans notre projet nous avons une adduction par refoulement permettant d'injecter un apport supplémentaire vers le réservoir 1000m³ situé à la commune de CHENTOUF, à partir de la station de pompage de l'ITMA (Réservoir 2 *10000 m³)

III-7 Choix du tracé

Pour effectuer un meilleur tracé de la conduite d'adduction, nous devons tenir compte des différents paramètres économiques, techniques, et topographiques qui suivent : [9]

- choisir le tracé le plus court possible pour des raisons économique ;

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

- rechercher un profil en long aussi régulier que possible pour éviter les contres pentes susceptibles de donner lieu à des cantonnements d'air aux point hauts qui sont plus ou moins difficiles à évacuer.
- Dans le cas de refoulement, il peut résulter en ces endroit un phénomène de cavitation par suite d'arrêt inopiné pouvant occasionner l'éclatement des canalisations ;
- suivre les accotements des routes pour faciliter l'exécution des travaux ainsi que l'acheminement du matériel lors de la réalisation ;
- Enfin, les coudes doivent être largement ouvert afin d'éviter les butées importantes et diminuer les pertes de charge



Figure III.9 : Exemple des travaux de mise en place d'une conduite d'adduction en PEHD

III-8 Comparaison et choix du type de la conduite

Le choix du type du conduit dépend du relief, de la hauteur géométrique et de la caractéristique de la conduite. On prendra une comparaison entre l'acier enrobée, la fonte et le PVS qui sont les plus utilisés. [8]

Les différentes conduites utilisées dans le domaine d'alimentation en eau potable sont les conduites en fonte, en acier, en matière thermoplastique et les conduites en béton. [10]

Le choix du type de conduites est établi en tenant compte de plusieurs critères d'ordre technique, à savoir : le diamètre, la pression de service, les conditions de pose et sur des critères économiques qui englobent le prix des équipements et leur disponibilité sur le marché national.

Pour notre projet, nous avons opté pour des conduites en polyéthylène à haute densité (PEHD) en raison des multiples avantages qu'elles présentent :

- le PEHD résiste bien aux choques, même à basse température ;
- grâce à leur faible conductibilité thermique, les conduites en PEHD condensent moins que celles en acier ou en fonte

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

- le PEHD résiste à la corrosion. Il est souple et léger, de surface lisse et arrondie permet pour la mise directe dans le béton.
- Facile à poser (grande flexibilité)
- Permet des rayons de courbure inférieure aux réseaux traditionnels
- Fiable au niveau de branchement (Pas de fuites)
- Durée de vie prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement (Durée de vie théorique 50 ans à 20 °C)
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible)
- Répond parfaitement aux normes de potabilité
- Résiste chimiquement lors de transport de fluides industriels et des eaux usées ;
- Se raccorde facilement aux réseaux (fonte, acier)
- Insensible aux mouvements de terrain (tremblement de terre)
- La mise en œuvre des conduites d'adduction en PEHD élimine toutes constatatives de piquage en raison des difficultés de branchement qu'elles présentent



- Possibilité d'enroulement.

Figure III.10 : Représente la conduite PEHD

III.9 : Dimensionnement de la conduite d'alimentation pour réservoir de 1000m³ à CHENTOUF

III.9.1 Calcul économique du diamètre

Le diamètre économique de la conduite à une répercussion directe sur les frais d'exploitation et les frais d'amortissement, il devra être fixé en recherchant la valeur la plus économique de ceux-ci sans perdre de vue les possibilités d'accroissement des besoins en eau.

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Tableau III.3 : Résultats du calcul du diamètre économique

Formules	Débit Q (m ³ /s)	Diamètre calculé (m)	Diamètre normalisé (m)	Vitesse (m/s)
Formule de Bresse $D = 1.5\sqrt{Q}$	0.015	0.183	0.200	0.47
Formule de Benin $D = \sqrt{Q}$	0.015	0.122	0.125	0.74

Alors on propose à étudier les diamètres normalisé suivants DN125, DN160 et DN200

III.9.2 Déterminer les caractéristiques de la conduite de refoulement :

Tableau III.4 : caractéristiques hydrauliques de la conduite de refoulement

Cote départ réservoir 2*10000 m ³ AIN TEMOUCHENT	Cote d'arrivée réservoir 1000 m ³ CENTOUF	Hauteur géométrique HG (m)	Débit Q (m ³ /s)	Longueur de la conduite (m)
324	405	81	0.015	5300

III.9.3 Calcul de la hauteur manométrique totale

Dans notre partie, nous avons fait les calculs basés sur la programmation du logiciel Delphi

Tableau III.5 : Les calculs de la hauteur manométrique :

D (mm)	λ (m)	Gradat de perte de charge J (m)	L (m)	$\Delta Hl = J.L$ (m)	$\Delta Ht = \Delta Hl.1.15$ (m)	Hm=Hg+ ΔHt (m)
125	0.018	0.013	5300	71.25	81.93	162.93
160	0.019	0.0038	5300	20.53	23.60	104.60
200	0.020	0.0011	5300	6.68	7.698	88.68
250	0.021	0.00045	5300	2.20	2.53	8353

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

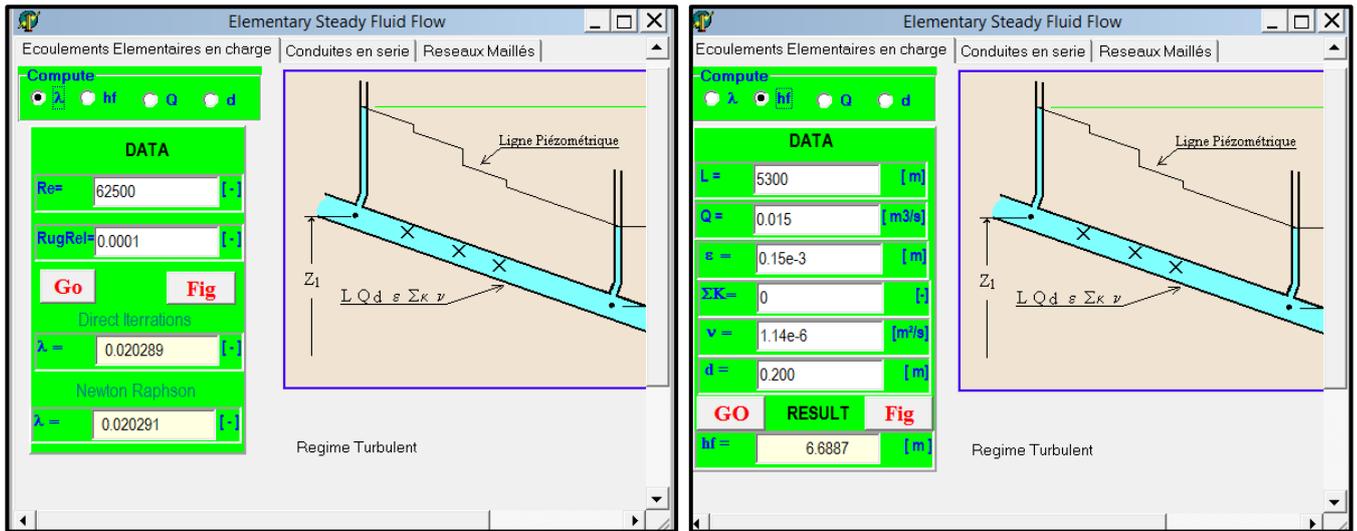


Figure III.10 : Interface du logiciel Delphi (Calcul des pertes de charges et le coefficient de pertes de charges)

III.9.4 Frais d'exploitation :

Les données de bases pour le calcul de frais d'exploitation sont

- Q : Débit en (m^3 / s).
- η : Rendement de la pompe = 70%

A partir de ces données nous dressons le tableau III.7

Tableau III.6 : Les frais d'exploitation :

Diamètre D (m)	La puissance $P = \frac{9.81 \cdot HMT \cdot Q}{\mu}$ (KW)	Energie annuelle E= P.24.365 (KWh)	Prix d'énergie C (DA/KW)	Frais d'exploitation (DA)
125	34.28	300262.30	4.67	1402224.90
160	21.80	190234.80	4.67	888396.35
200	18.50	161961.90	4.67	756361.88

On a estimé ce tableau grâce aux formules suivantes

$P = g \cdot Q \cdot HMT / \eta$

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Avec :

- P: Puissance en (kW).
- Q : Débit en (m^3 / s).
- HMT: Hauteur manométrique en (m).
- η : Rendement de la pompe = 70%

Avec :

$$Pr = C \cdot E \quad \dots\dots\dots \text{(II-15)}$$

D'où :

Pr : Prix totale d'exploitation.

C : Prix de KW d'énergie en (DA/KW), C= 1.779 DA/KW. [Source SONALGAZ]

$$E = P \cdot T \cdot \frac{365}{\eta} \dots\dots\dots$$

Avec :

- E : Energie annuel en (KWh).
- P : Pression absolue en (KW).
- T : Temps de pompage en (h), T= 24 h.

III.9.5 Calcul des frais d'amortissement :

Les résultats obtenus pour les différents diamètres sont résumé dans le tableau III.8

Tableau III.7 : Les frais d'amortissement.

Diamètre D (m)	Prix de mètre linier De la conduite (DA)	Longueur L (m)	Prix totale (DA)	Frais d'amortissement (DA)
125	1540	5300	2894986.05	958705.45
160	1935	5300	4732362.03	1201494.50
200	2565	5300	7430277.03	1596804.87

Le cout de la conduite sera amortie sur 20 ans au taux de 10%, ce qui correspond a une somme de 4.60D. A, une annuité d'amortissement de 0.106, calculé par la formule suivante :

$$A = (0.1 / (I + 1)^T - 1) + I \dots\dots\dots$$

D'où :

- A : L'annuité constante qui amortie un capitale de 1 DA investi du taux d'intérêt (10% en Algérie) pour une période « T = 20 ans » égale à la durée de vie du martiale.
- I : Taux d'amortissement, I = 10%.
- T : La durée de vie, T = 20 ans.

$$A = (0.1 / (0.1+1)^{10} - 1) + 0.1 = 0.162.$$

Soit : A = 0.117 (DA/an).

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Les coûts d'amortissement sont indiqués dans le tableau suivant :

III.9.6 Calcul de bilan (Frais d'amortissement/frais d'exploitation) : [3]

Les résultats obtenus pour les différents diamètres sont résumés dans le tableau III.6

Tableau III.8 : Calcul du bilan

Diamètre D (m)	Frais d'amortissement	Frais d'exploitation	Frais total
125	958705.45	1402224.90	2360930.321
160	1201494.50	888396.35	2089890.82
200	1596804.87	756361.88	2353166.73

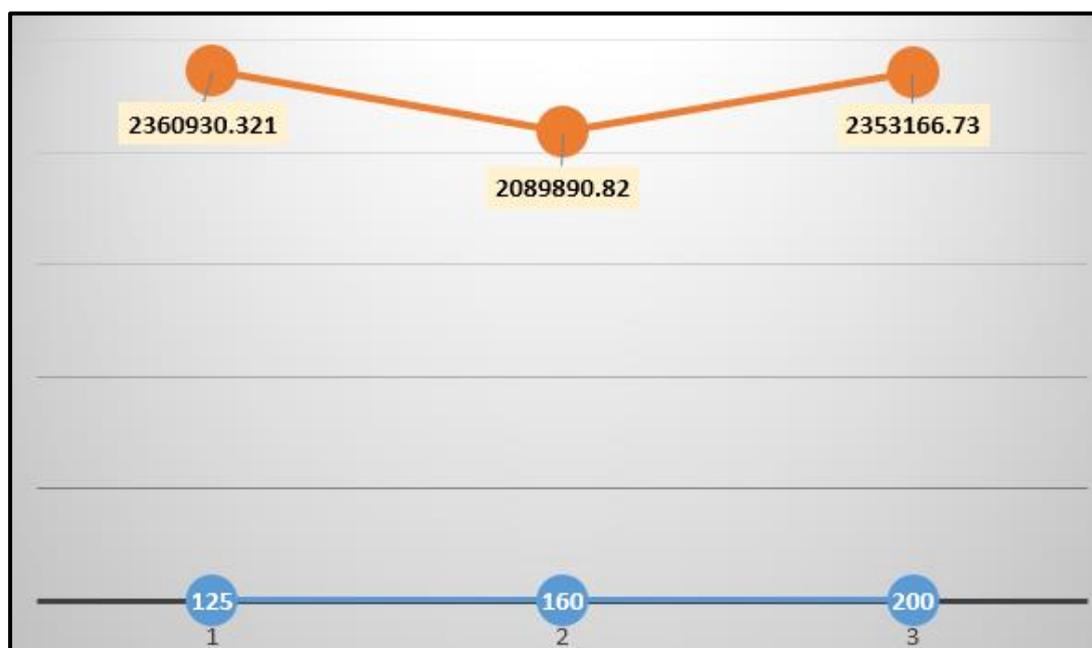


Figure III.11 : Courbe des bilans pour le choix du diamètre économique.

Le diamètre économique correspond au solde minimum de 2089890.25 (DA) donc le diamètre économique est de 160mm

III.9.7 Calcul de la pression d'arrivée du point de réservoir 1000 m³ CHENTOUF :

III.9.7.1 Profile piézoélectrique d'une conduite d'adduction :

Pour calculer la pression au niveau du réservoir de 1000m³ de CHENTOUF, on applique le théorème de Bernoulli :

- Entre le point 1 de départ (la station de pompage de l'ITMA) et le point 2 d'arrivée (réservoir 1000m³ de CHENTOUF).

On aura donc :

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

$$Z1 + P_{\text{départ}} / \rho g + V_1^2 / 2g = Z2 + P_{\text{arriv}} / \rho g + V_2^2 / 2g + \sum \Delta HT \dots$$

$$P_{\text{arriv}} = P_{\text{départ}} - Hg - \Delta HT - Se$$

P_{arriv} : Pression d'arrive au point de réservoir.

$P_{\text{départ}}$: Pression départ (Pression fournie par la station de pompage)= 125 m.

Hg : Hauteur géométrique (81m).

S : Sécurité = 10m.

$$P = 125 - 104.60 - 10$$

$$P = 10.40 \text{ m soit } P = 1.40 \text{ bar.}$$

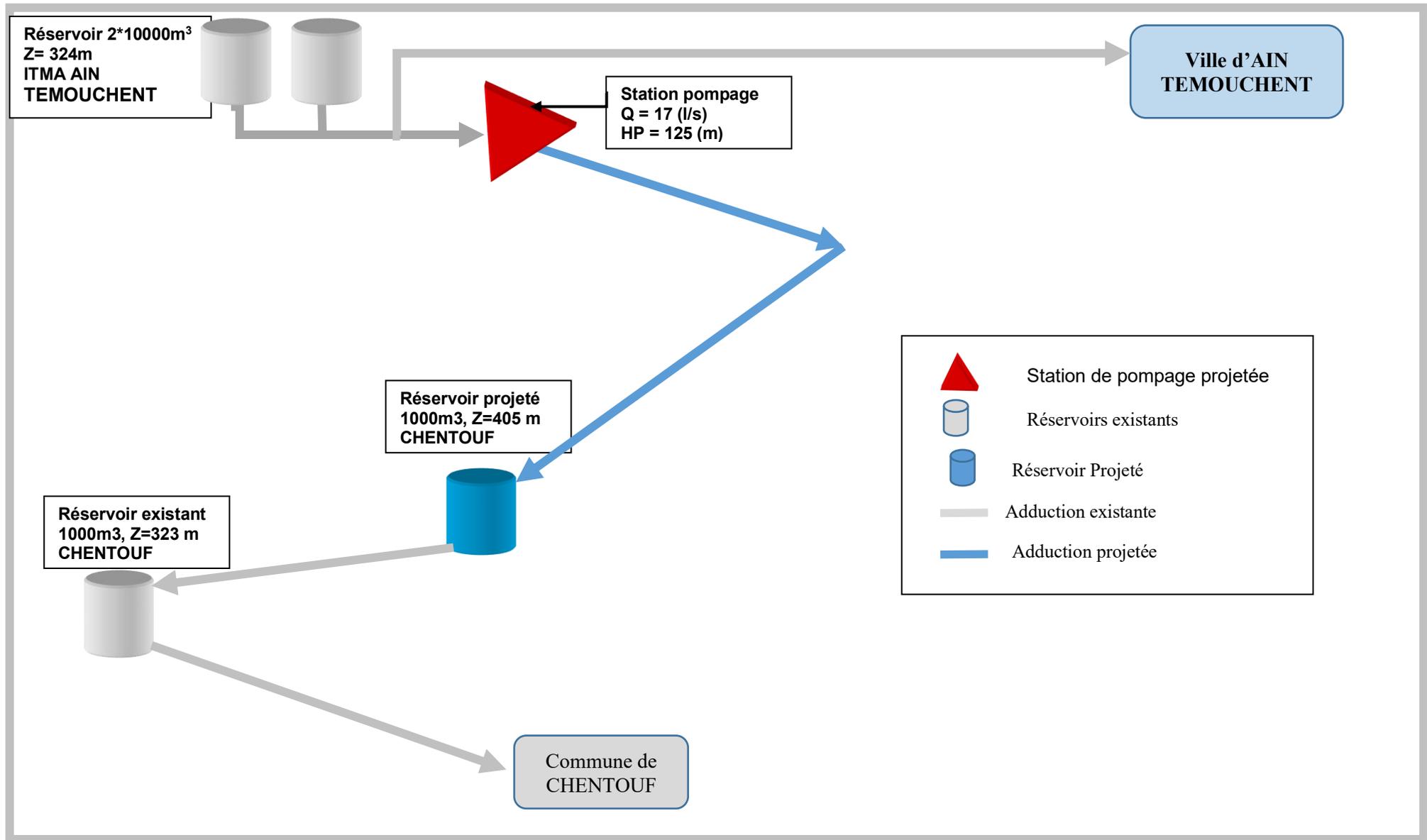
P = 1.040bar

D'après nos calculs, nous estimons nécessaire d'assurer une pression départ de 125 m au niveau de la station de pompage ITMA pour que la pression requise soit de 10,40 m au niveau du réservoir CHENTOUF de 1000 m³

Tableau III.9 : Les calculs de la pression au niveau du réservoir 1000m³ CHENTOUF.

Débite Q (L/S)	Diamètre (mm)	Nature	PN de la conduite (bar)	Longueur (m)	ΔHT (m)	Vitesse V (m/s)	Hg (m)	HMT (m)
17	160	PEHD	16	5300	23.60	0.50	81	104.60
Pression au départ (Station de pompage ITMA)					12.50 bars			
Pression au niveau de réservoir 1000m³ CHENTOUF					1.040 bars			

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF



CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUUF

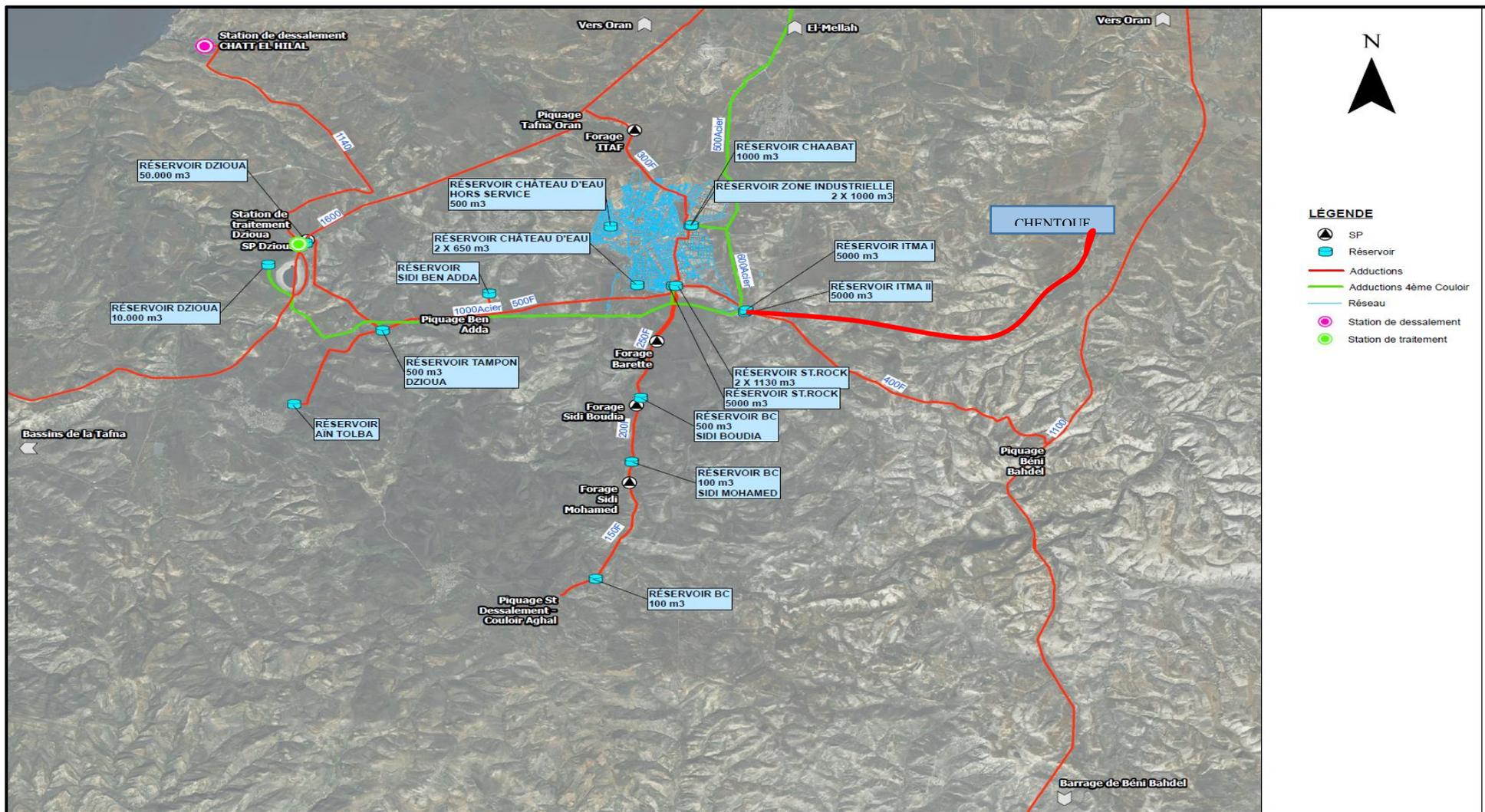


Figure III.3 : Système d'alimentation en eau potable de la wilaya d'AIN TEMOUCHENT

Partie C : Etude de Stockage

III.10 Définition

Les réservoirs sont des ouvrages hydrotechniques variés nécessitant une étude technique approfondie afin qu'ils puissent remplir à bien, les tâches auxquelles ils sont conçus. Ils servaient de réserve d'eau, cependant leur rôle a sensiblement changé au cours du temps. Pour répondre aux fluctuations des besoins en eaux aux cours de la journée, avec une pression au sol suffisante pour n'importe quel point de la zone desservie, et pour assurer la régularisation du débit d'apport vis de la distribution, on construit des réservoirs.

En résumé, les réservoirs constituent un volant qui assure au moment des heures de pointe les débits maximaux demandés, comme ils permettent de réserver l'eau destinée à combattre les incendies. [8]

III.11 Rolle du réservoir

Le rôle des réservoirs a sensiblement varié au cours des âges. Servant tout d'abord de réserve d'eau, donc assurer la liaison entre l'amenée d'eau et la distribution vers la région à alimenter.

En effet, le réservoir offre les avantages suivants :

- ✓ Permettre une marche uniforme des pompes.
- ✓ Représente un régulateur de la consommation pendant les heures creuses et les heures de pointes.
- ✓ Régularité de la pression dans le réseau de distribution.
- ✓ Apporter une contribution à l'économie générale du pays par l'effacement de la consommation en énergie électrique aux heures de pointe.

III.12 L'emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre ; pour cela nous somme à tenir compte des certaines considération techniques et économique suivantes :

- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire ; la cote du radier doit être supérieure à la cote Piézométrie maximal dans le réseau.
- Pour des raisons économiques ; il est préférable que remplissage se fait gravitaire, ce qui implique qu'on puisse le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau.
- L'implantation doit se faire aussi de préférence ; à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre important de consommation.
- La présence des reliefs dans la région peut faciliter l'implantation d'un réservoir, qui sera toujours plus économique (réservoir semi enterré mieux qu'un château d'eau).

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

- La nature du sol joue un rôle important dans le choix de l'emplacement d'un réservoir.
- Il est avantageux qu'un réservoir soit établi le plus près possible de l'agglomération.

III.12.1 Choix du type du réservoir :

Nous avons qu'il existe plusieurs types des réservoirs tel que :

- Réservoir enterré.
- Réservoir semi enterré.
- Réservoir surélevé appelle château d'eau.

Notre étude consiste à maintenir un ouvrage de stockage d'eau pour satisfaire quantitativement les consommateurs de la région dans la venir.

Dans notre cas, puisque c'est une zone plus hautes par rapport le réseau de distribution, on prend un réservoir semi enterré.

Le choix de type est basé sur les avantages suivants :

- Economie sur les frais de construction
- Du côté esthétique
- Etude architecturale très simplifiée
- Etanchéité plus facile à réaliser
- Conservation à une température constante de l'eau emmagasinée.

III.12.2 La hauteur du réservoir :

La hauteur d'implantation du réservoir est calculée en fonction de la consommation d'eau et la pression demandée et la topographie du site.

Le calcul de la hauteur ce fait après l'étude du dimensionnement du réseau d'AEP de la ville de CHENTOUF c'est-à-dire (diamètres des tronçons, les pertes de charges, les vitesses admissibles) à partir du point le plus défavorable et le point le plus éloigné dans le réseau, on doit calculer les pressions à chaque point du réseau d'AEP, jusqu'à arriver au réservoir.

III.12.3 Capacité du réservoir de distribution

La capacité de réservoir est fonction de trois facteurs :

- La consommation maximale journalière.
- Le mode de pompage.
- Le mode de distribution.

Le réservoir doit pouvoir emmagasiner d'une part ce qui arrive en trop, d'autre part, le cube destiné à être distribué.

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

III.13 : Présentation du réservoir 2*10000m³ ITMA -AIN TEMOUCHENT- :

Tableau III.10 : Coordonnées géographiques du réservoir sont les suivantes

01	Coordonnées géographiques	latitude : 35°16''46.85' NORD longitude : 1°06''43.67' OUEST	
02	Coordonnées Lambert	X	153.499
		Y	226.978
03	Coordonnées UTIM	X	671.699
		Y	3905.408

Tableau III.11 : Caractéristiques Physiques du réservoir 2*10000 m³

N°	Désignation	Unité	Valeur
1	Coté de radier du réservoir	m	324
2	Coté niveau maximal du réservoir	m	333.8
3	Coté niveau minimal du réservoir	m	326.8
4	Cote de la coupole	m	338
5	Capacité	m ³	20000
6	Hauteur d'eau	m	9.80
7	Ancrage	m	5.50
8	Diamètre intérieur	m	32
9	Diamètre extérieur	m	33



Figure III.13 : Représente réservoir 2*10000m³ ITMA



Figure III.14 : Vue satellitaire du réservoir 2*10000m³ (ITMA)

III.14 : Présentation du nouveau réservoir 1000m³ à CHENTOUF :

III.14.1 Méthodes de calcul :

Il existe quelques méthodes de calcul du volume du réservoir (pratique et théorique).

-La méthode pratique qui consiste à estimer la capacité du réservoir à 50% du volume consommé.

-La méthode théorique qui est basée sur le calcul des différences entre l'apport et la consommation.

Pour notre projet en va méthode des différences.

A- Méthodes analytique :

❖ Le volume consommé pour chaque heure :

Supposons une adduction à débit uniformément réparti sur 8 h à l'horizon du projet, et soit Q le débit pompé horaire.

$$Q = \text{Consommation maximale journalière} / \text{Nombre d'heures de pompages}$$

$$Q = 1468.8 / 18 = 82 \text{m}^3/\text{h}.$$

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

Le volume consommé V en un hour à un moment quelconque de la journée est donné par la formule suivante :

$$V = Q \cdot K \cdot 24 / 100$$

Avec :

V : Volume consommé pour chaque heure.

Q : Le débit moyen journalier.

K : Le pourcentage de la consommation du moment considéré par rapport à la consommation journalière.

$$Q = 17 \text{ l/s} = 1468.8 \text{ m}^3 / \text{j.}$$

Le volume d'eau à stocker pour assurer une alimentation continue et satisfaisante est :

$$V_r = / \Delta v^+ \text{ max} / + / \Delta v^- \text{ max} / + V_{RI}$$

Les volumes $\Delta v^- \text{ max}$ et $\Delta v^+ \text{ max}$ sont les écarts maximum lors des différentes heures de la journée.

- Δv = Le volume d'apport – volume de consommé.
- Δ_{RI} = Le volume de réservoir d'incendie qui est estimé à 120 m^3 , pour une durée d'extinction de 2 heures.

Les calculs sont effectués dans le tableau suivant :

Tableau III.12 : Le Volume de réservoir.

Heure	K	Volume (m ³)		Volume cumulé (m ³)		Différences $\Delta V(\text{m}^3)$	
		Pompé	Distribué	Pompé	Distribué	Δv^+	Δv^-
7 – 8	6	81.6	88.13	81.6	88.13	12	-
8 – 9	5.2	81.6	76.38	163.20	164.51	44	-
9 – 10	4.5	81.6	66.10	244.80	230.60	116	-
10 - 11	5.2	81.6	76.38	326.40	306.98	193	-
11 –12	3.7	81.6	54.35	408.00	361.32	270	-
12 –13	3.7	81.6	54.35	489.60	415.67	302	-
13 -14	3.8	81.6	55.81	571.20	471.48	359	-
14 -15	4.5	81.6	66.10	652.80	537.58	441	-
15 -16	5.2	81.6	76.38	734.40	613.96	523	-

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

16 -17	7.4	81.6	108.69	816.00	722.65	605	-
17 -18	9.7	81.6	142.47	897.60	865.12	687	-
18 -19	8.2	81.6	120.44	979.20	985.56	769	-
19 -20	6.7	81.6	98.41	1060.80	1083.97	816	-
20 -21	4.5	81.6	66.10	1142.40	1150.07	860	-
21 -22	1.9	81.6	27.91	1224.00	1177.98	917	-
22 -23	1.9	81.6	27.91	1305.60	1205.88	964	-
23 -24	1.5	81.6	22.03	1387.20	1227.92	996	-
24 - 1	1.5	0	22.03	1387.20	1249.95	989	-
1 -2	1.3	0	19.09	1387.20	1269.04	986	-
2 -3	1.3	0	19.09	1387.20	1288.14	986	-
3 -4	1.5	0	22.03	1387.20	1310.17	981	-
4 -5	1.9	0	27.91	1387.20	1338.08	966	-
5 -6	2.2	0	32.31	1387.20	1370.39	941	-
6 -7	6.7	81.6	98.41	1468.80	1468.80	948	-

III.14.2 Résultats et conclusion :

En générale le volume d'un réservoir est obtenu en somment, en valeur absolue, les écarts des deux extremums par rapport à la courbe d'apport.

$$V_R = / \Delta V_1 / + / \Delta V_2 /$$

En ajoutant la réserve d'incendie, on obtient le volume total du réservoir.

Pour notre cas le volume du réservoir sera :

$$V^+ \text{ max} = 996 \text{ m}^3.$$

$$V^- \text{ max} = 00 \text{ m}^3.$$

Donc

$V_R = 996 \text{ m}^3$. On prend $V_R = 1000 \text{ m}^3$ Sans tenir compte de la réserve d'incendie.

Donc le réservoir existant de 1000 m^3 est suffisent pour alimenter la localité en eaux.

III.14.4 Représentation graphique :

- La représentation de la courbe d'apport.
- La représentation de la courbe de con

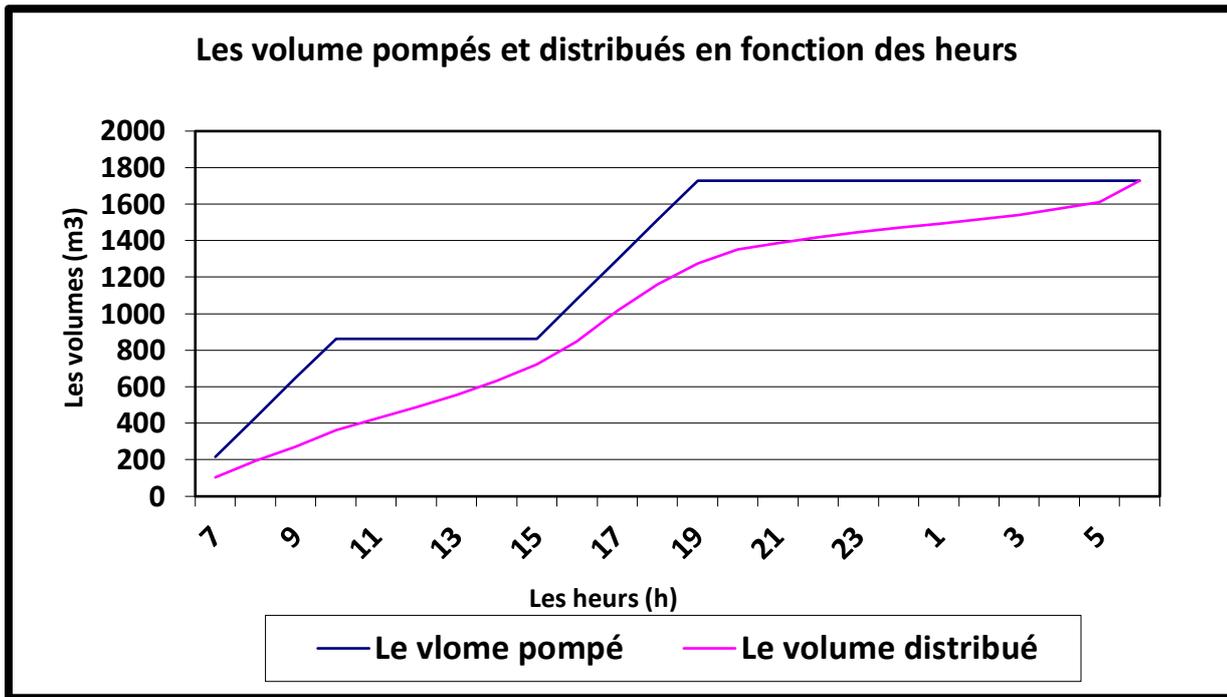


Figure III.15 : Les volumes pompés et distribué en fonction des heurs.

III.14.5 Dimensionnement du réservoir :

Le réservoir d'une capacité de 1000m³, son diamètre sera :

- La hauteur de la tour-support est de 7.5m.
- Capacité de la cuve 1000 m³.
- Cote du radier 405m.
- Hauteur maximale d'eau dans la cuve 6m.

$$V = (\pi.D/4).H \Rightarrow D = \sqrt{4.V / \pi H}$$

$$D = \sqrt{4 \times 1000 / 3.14 \times 6} = 14.60m.$$

- Diamètre du réservoir 14.60 m.

Tableau III.13 : Caractéristiques physique du réservoir 1000m³ de CHENTOUF

Désignation	Capacité (m ³)	Hauteur (m)	Diamètre (m)	Type de réservoir	Impact du réservoir	Population desservie
Réservoir	1000	6	14.60	circulaire	Alimentation de la ville de Chentouf	4886 HAB

III.15 Constriction du réservoir :

III.15.1 Emplacement du réservoir :

Le facteur naturel qui facilite l'emplacement d'un réservoir à un coût économique est la présence d'un relief. Il est donc évident qu'un réservoir semi-enterré sera toujours plus économique qu'un réservoir sur tour de la même capacité. Dans notre cas, ce relief est présent à l'autre bout de la ville (extrême Ouest sur le plan générale du réseau). Une étude économique est donc nécessaire afin de dégager la solution la plus avantageuse entre d'une part, l'emplacement du réservoir de la ville avec une grande hauteur pour assurer des pressions satisfaisantes du sol et d'autre part, la construction du réservoir au Ouest de la ville avec une hauteur raisonnable et une plus longue conduite de refoulement.

Nous pensons que l'implantation du réservoir à l'extrême de la ville de CHENTOUF ou la cote au sol atteint 405m. [8]

III.15.2 Les équipements du réservoir

Le réservoir sera muni de :

- Une conduite d'alimentation.
- Une conduite de distribution.
- Une conduite de vidange.
- Une conduite de trop-plein.

A- Conduite d'alimentation :

Elle devra arriver par le haut de la cuve et plonger en siphon dans l'eau. Elle sera placée à l'opposé de la conduite de départ. A son extrémité seront installés des robinets à flotteur destinés à limiter ou à couper l'arrivée de l'eau au-dessus de 2.5m.

B- Conduite de distribution :

Son orifice de départ sera placé au fond de la cuve, 25 à 30 cm au-dessus du radier. Le bout sera coudé pour empêcher la formation des tourbillons d'air.

C- Conduite de vidange :

Elle part du point le plus bas de la cuve et est obturée en situation normale par une vanne commandée par une vis de manœuvre.

D- Conduite de trop-plein :

Pour éviter le débordement de la cuve, une conduite sera raccordée au tuyau de vidange.

III.15.3 Entretien du réservoir :

Le réservoir constitue un point de contact de l'air extérieur avec l'eau. IL importe qu'il soit particulièrement surveillé et maintenu propre, ce qui nécessite :

CHAPITRE III : Renforcement d'alimentation en eau potable de la ville de CHENTIUF

-Une surveillance de la corrosion sur les parties métalliques.

Un nettoyage annuel de la cuve selon la méthode suivante :

- Isolement et vidange de la cuve.
- Elimination des dépôts par brossage.
- Désinfection.
- Rinçage et remise en service.

III.16 Conclusion :

D'après les résultats des calculs, il ressort que la conception d'un ouvrage de 1000 m³ assurera la capacité de stockage nécessaire à l'approvisionnement régulier en eau potable de l'agglomération de la ville de CHENTOUF à long terme.

Conclusion générale

L'eau douce est une ressource naturelle précieuse et rare. Bien que la surface de la Terre soit constituée de 70% d'eau, moins de 3% de cette eau est douce, dont 2,2% est contenue dans les glaciers et les nappes phréatiques. Il reste donc moins d' 1% de l'eau contenue sur la Terre pour assouvir les besoins des êtres humains et des espèces animales et végétales. 1 Malgré l'apparence alarmante de ces chiffres, la quantité d'eau douce dont nous disposons au niveau global devrait être amplement suffisante pour subvenir à nos besoins. Malheureusement, la répartition de la ressource est inégale. Pendant que certaines régions connaissent la sécheresse et deviennent arides, d'autres sont inondées. Et pendant que certains ont un accès facile à des sources d'eau saines, d'autres doivent parcourir des kilomètres avant de trouver le point d'eau le plus proche. Avec la croissance démographique anticipée des prochaines années et le rythme effréné auquel nous consommons cette ressource, le futur reste incertain. À l'heure actuelle, près de 1 milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau et 2.6 milliard ne bénéficient pas de systèmes d'assainissement de base? Si la situation est déjà critique alors que nous sommes 6,5 milliards d'individus sur la Terre, que se passera-t-il lorsque nous serons plus de 8 milliards en 2025 comme le prédit l'Organisation des Nations Unies (ONU) Au-delà de la croissance démographique, le rapport que les humains ont développé avec l'eau entraîne d'autres considérations. L'être humain s'est créé des besoins agricoles, industriels et énergétiques qui consomment des quantités d'eau démesurées.4 Il y a donc entre autres choses des facteurs économiques importants à prendre en compte dans les stratégies de gestion. La complexité de la problématique de l'eau douce provient de son interdépendance avec un nombre important de variables. La question doit donc être considérée dans sa globalité.16

Au terme de cette étude nous avons essayé d'apporter une contribution à l'alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF à partir de la station de pompage de l'ITMA (Réservoir $2 \times 10000 \text{m}^3$).

La population est estimée en fonction du nombre d'habitants et moyenne du taux d'accroissement démographique qui est à l'ordre de 1.51 mais. Concernant la dotation nous l'avons pris à 150l/j/hab. pour assurer une quantité suffisante à l'abonné.

Les points essentiels qui mènent à la réalisation de ce projet de renforcement de l'alimentation en eau potable de la commune de CHENTOU sont :

- L'évaluation des besoins en eau de la zone d'étude à l'horizon 2045 donne le débit calculé est de $1468.8 \text{ m}^3/\text{jour}$;

- Une station de pompage installée en charge au site de l'ITMA. Elle refoule un débit de 23 l/s, à une HMT de 104.60 m, composée de quatre pompe en parallèle trois pompes en service et une pompe de secoure et la durée de pompage est 18 heures..
- Une conduite de longueur 5300 m avec un DN 160 en PEHD PN 16, véhiculant un débit de 17 l/s à partir de la station de pompage de l'ITMA vers le réservoir 1000M³ de CHENTOUF ;
- La nécessité d'une protection contre le phénomène de transitoire au niveau de la conduite d'adduction. L'installation d'un réservoir d'air d'une capacité 3000 litres a été le moyen adopté contre ce phénomène qui peut surgir sous forme de surpression ;
- Le volume de l'ouvrage de stockage est dimensionné en fonction des besoins estimés en eau, et de manière à assurer des pressions au niveau du réseau.

Cette étude nous a permis de mettre en pratique, toutes les connaissances que nous avons acquises durant notre formation. espérant que, ce travail puisse servir de guide pour les promotions à venir.

Nous avons rencontrés beaucoup d'obstacles notamment le manque d'informations et les documents nécessaires au niveau de l'administration (DRE), temps insuffisant pour la collecte des données.

Pour bien maturé notre projet nous conseillons les futurs étudiants de travailler sur ce sujet pour le renforcement en eau potable des zones éparses, rurales de la ville de chentouf en se basant sur des logiciels de simulation. tel que le (loop ,epanet....etc)

BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Alimentation en eau potable de la ville de CHENTOUF à partir du barrage Beni Behdel", Document de la direction des ressources en eau de la wilaya d'AIN TEMOUCHENT.
- [2] ARBAJIN 2017 « Impact des modes de gestion des ressources en eau sur l'efficience du réseau (étude de cas) Département hydraulique- Université AIN TEMOUCHENT
- [3] Bechir HISSIEN OUTMANE « l'analyse de l'évolution de la consommation en eau potable dans le GUT » Rapport du stage - université de Tlemcen.
- [4] BECHIR HISSIEN OUTMANE. 2006 « Schéma d'utilisation des ressources en eau pour le couloir Ouste de la wilaya de Tlemcen -Algérie-»
- [5] BERRHI N -2017 « gestion des ressources en eau dans la ville d'AIN TEMOUCHENT » Département hydraulique- Université AIN TEMOUCHENT
- [6] BOUKAMBOUCHE .N 2018 « Gestion rationnelle de l'eau d'irrigation dans la région d'AIN TEMOUCHENT » Département hydraulique- Université AIN TEMOUCHENT
- [7] Carlier. M, " Hydraulique générale et appliquée", 2^{ème} Edition, édition Eyrolles, 1998.
- [8] Dupont. A, " Hydraulique urbaine", (Tome II), Edition Eyrolles - 1986
- [9] Dali. R, "Dimensionnement des réseaux d'alimentation en eau potable par la technique linéarisation", P.E.F d'Ingénieur en hydraulique urbaine, Département hydraulique- Université de Tlemcen, 2002.
- [10] DEBBAL ALI 2007 « Etude du transfert d'eau MOSTAGANEM- ARZEW-ORAN (MAO) Département hydraulique- Université d'Oran.
- [11] Rénovation des réseaux d'alimentation en eau potable de la région d'AIN TEMOUCHENT.
- [12] Plan d'aménagement de la Wilaya d'AIN TEMOUCHENT -1994

BIBLIOGRAPHIQUE

[13] PAHOULI. M ; 2004 « Etude de transfère des eaux souterrains de Ghott El Gharbi vers le GUT » PFE pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique urbain, institut d'hydraulique, université de Tlemcen le octobre 2004

[14] SOGREAH.'M.B.H-SPA ; février200 « Étude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation et l'exploitation de la station de dessalement de Honnaine » - DRW.

[15] SAIDI ASSIA 2017 « Etude du réseau d'assainissemnt et d'alimentation en eau potable du centre universitaires BELHADJ BOUCHAIB AIN TEMOUCHNT » centre universitaires BELHADJ BOUCHAIB AIN TEMOUCHNT

[16] UNIVERSITÉ DU QUÉBEC AMONTRÉAL MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE EN SCIENCE POLITIQUE PAR ALIA ROMY HASSAN Mai2008