

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du réseau d'AEP de la commune d'El Marsa (w.Chlef) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0025-14

APA Citation (توثيق APA):

Cheranti, Seyyid ali Ridha (2014). Diagnostic et réhabilitation du réseau d'AEP de la commune d'El Marsa (w.Chlef)[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مذكرات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU RESEAU D'AEP DE
LA COMMUNE D'EL MARSA (W.CHLEF)**

PRESENTE PAR :

CHERANTI Seyyid ali Ridha

Devant les membres du jury

| Nom et Prénoms | Grade | Qualité |
|----------------------------------|----------------|----------------|
| M ^r HADJ SADOK Ahmed | M.C.B | Président |
| M ^{me} KHALERRAS Malika | M.C.A | Examinatrice |
| M ^{me} SAIDI Hayet | Ing/Doctorante | Examinatrice |
| M ^{me} DERIAS Houda | Ing/Doctorante | Examinatrice |
| M ^r MERABTI Abdelaziz | Ing/Doctorante | Examineur |
| M ^r SALAH Boualem | Professeur | Promoteur |

Septembre - 2014

Remerciement

Au moment de terminer cette étude qui est le fruit d'une étude collaboratrice entre plusieurs personnes et directions, j'aimerais exprimer mes gratitudees à tous ce qui m'ont aidé .

Tout d'abord Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Mes remerciements à ma mère et mon père et à tout ma famille.

J'aimerais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu m'apporter mon promoteur B.SALAH et son assistante mademoiselle L.KADI

Je remercie également Mr BELAIB ALLEL « bureau d'étude » qui m'a donné la volonté de réaliser ce mémoire à travers tous les services qu'il m'a rendus, et de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail,

Je remercier aussi tout les gens qui travaillent dans ce bureau surtout mademoiselle HALIMA et madame CHAIEB qui travaille a la direction d'hydraulique de la wilaya de CHLEF,

Je remercie les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail ,

Je remercie mes amis HASSEN et HICHEM pour leurs aide morale et ses encouragements,

Un grand merci pour toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce travail sans oublier toute la promotion 2013/2014.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail spécialement a celle qui m'a donné la vie, a la plus chère personne au monde qui m'a Apportée beaucoup d'affection, de sacrifices, de veillées auprès des mes cheville Jusqu'à extinction de la lumière qui ma assurer mon éducation et m'a encouragé Pour continuer mes études, et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui. Et qui a consacre la majeure de son temps pour m'apporter aide et son soutien, sur toute la durée de mes études, **merci ma très chère mère.***

*Mon chère père son soutient indéfectible durant tout mon cursus qu'il soit moral ou matériel, et qui me faisant bénéficier de toute son expérience, **merci mon chère père.***

*Mon frères : MOHAMED et sa fiancée AFFAF et sa famille,
MES SŒURS :*

*LEILA et son mari DJAMEL et ses enfants LINA, MOHAMED ALI et AYMEN,
HAYETTE et son mari HOUCINE et ses enfants MALAK, ISLAM et MAISA,
NAIMA et son mari HAMZA et son enfant ABD KADOUS,
LAMIA et son mari MOHAMED et ses enfants DOUNIA, YANIS et ALAA,
AMINA et son mari AHMED et ses enfants YOUSRA, ILYAS et ABD NOUR. **merci
mes très chère frères et sœurs.***

*A celui qui n'on jamais hésité Ce moindre instant à se tenir à mes cotés afin de me soutenir, m'aider, et m'encourager mon **chère ami HASSEN** et sa famille .*

*A mes amis : TAKIEDDINE, YACINE, MASSINISSA, SEIFEDDINE, SOFIANE,
AMINE, IDRIS, AOUATA, YASSER, ALA, FATHI, ABDRAHMANE, ZENOUDA,
HATEM, FAYCEL, Wafa ,ZAHRA.*

Je dédie également ce travail à tous la promotion 2013/2014 sans exception

Tous les enseignants de l'EPST et l'ENSH qui m'ont accompagné durant mes études

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire...

الذي نقوم به يهدف الى دراسة اعادة تهيئة نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة المرسى بولاية
' لتحديد النقص الموجودة في نظام جلب و توزيع المياه و كذلك هياكل التخزين و ايضا مراجعة سعة الشبكة
الحالية لإيصال التدفقات التي نحتاجها (2040).
هذه المراجعة سمحت لنا بإعطاء بعض التعديلات و الاقتراحات من اجل عملية تحسين التزويد بالمياه الصالحة
للشرب للمدينة بهدف ارضاء المستهلكين الذين يعانون من فادح في المياه.
كما نذكر ايضا طرق الصيانة و عمليات المراقبة التي .

Résume :

Notre travail consiste à faire une étude de réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville d'EL MARSА de la wilaya de CHLEF, c'est-à-dire la détermination des défaillances du système d'adduction et de distribution ainsi que les ouvrages de stockage (réservoirs) et la vérification de la capacité du réseau existant de véhiculer les débits nécessaires à l'horizon d'étude (2040).

Cette vérification nous permettra de donner un certains nombres de modifications qui ont pour but de satisfaire les consommateurs qui souffrent d'un manque flagrant d'eau .

Nous citons ainsi les notions et les opérations de contrôle et d'entretien à effectuer sur tout les ouvrages hydrauliques.

Summary :

Our work consists to study the rehabilitation of the water feeding system out of drinking water of the town of EL MARSА wilaya CHLEF, i.e. the determination of the failures of the checking of the capacity of the network existing to convey the flows necessary to the horizon of study (2040).

This checking will enable us to give certain numbers of modification and recommendations to improve the drinking water supply of the city such.

We quote also the concepts of the check operations and maintenance to carry out on all the works hydraulic.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

| | |
|--|---|
| 1.1- Introduction..... | 1 |
| 1.2- Objectif de l'étude :..... | 1 |
| 1.3- Situation géographique :..... | 1 |
| 1.4- Situation climatique :..... | 2 |
| 1.5- Sismicité :..... | 4 |
| 1.6- Situation topographique..... | 4 |
| 1.7- Géologie du site:..... | 5 |
| 1.8- Situation hydraulique :..... | 5 |
| 1.9- Rapport sur l'état du réseau :..... | 6 |
| 1.10- Besoins en eau potable:..... | 7 |
| 1.11- Conclusion | 7 |

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU SYSTEME D'AEP ET EVALUATION DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE

| | |
|---|----|
| 2.1- Introduction :..... | 8 |
| 2.2- Présentation du système d'alimentation en eau potable :..... | 8 |
| 2.3- Evaluation de la consommation journalière :..... | 11 |
| 2.4. Evaluation des besoins en eau | 12 |
| 2.5. Etude des variations des débits :..... | 14 |

| | |
|-----------------------|----|
| 2.6-Conclusion :..... | 15 |
|-----------------------|----|

CHAPITRE 3 : DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATION

| | |
|---|----|
| 3.1-Introduction :..... | 16 |
| 3.2-.Diagnostic :..... | 16 |
| 3.2.1 Objectif de l'étude de diagnostic : | 16 |
| 3.2.2 Etat physique du réseau :..... | 16 |
| 3.2.3 Diagnostic du point de captage :..... | 17 |
| 3.2.4 Diagnostic de la conduite d'adduction et de la conduite d'amenée :..... | 17 |
| 3.2.5 Diagnostic des ouvrages de stockage :..... | 18 |
| 3.2.6 Etat actuel du réseau de distribution :..... | 19 |
| 3.2.7. Calcul du réseau de distribution :..... | 21 |
| 3.3- Recommandation :..... | 26 |
| 3.3.1 Recommandation concernant les points de captage :..... | 26 |
| 3.3.1.1 <i>Captage par puits</i> :..... | 27 |
| 3.3.1.2 <i>développement de puits</i> :..... | 27 |
| 3.3.1.3. <i>Traitement de puits d'EL GUELTA</i> :..... | 28 |
| 3.3.2 Recommandation concernant le captage de sources :..... | 29 |
| 3.3.3 protection des captages :..... | 30 |
| 3.3.4 recommandation concernant les ouvrages de stockage :..... | 31 |
| 3. 3.5 recommandation concernant les conduites d'adductions et les réseaux de distribution | 31 |
| 3.3.5.1 <i>la réparation des fuites</i> :..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 3.3.5.2 la recherche des fuites :..... | 31 |
| 3.3.5.3 la réparation des fuites :..... | 32 |
| 3.4- Conclusion: | 32 |

CHAPITRE 4 : REHABILITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

| | |
|---|----|
| 4.1- Introduction :..... | 33 |
| 4.2- Proposition du système d'alimentation :..... | 33 |
| 4.3- Réhabilitation et amélioration du captage par puits :..... | 33 |
| 4.3.1 Exécution des puits :..... | 34 |
| 4.3.2 Emplacement des puits :..... | 34 |
| 4.4- Réhabilitation du réseau de distribution :..... | 46 |
| 4.4.1 choix des matériaux des conduites :..... | 35 |
| 4.4.2 Equipement du réseau de distribution :..... | 35 |
| 4.5- Système de distribution :..... | 36 |
| 4.5.1 Détermination de la capacité de réservoir :..... | 36 |
| 4.4.2 Calcul du réseau de distribution :..... | 39 |
| 4.4.2.2 Détermination des débits de calcul :..... | 39 |
| 4.4.2.3 Résultat de calcul des pressions :..... | 44 |
| 4.4.2.4 Résultat de calcul des vitesses :..... | 45 |
| 4.4.3.Réhabilitation du réseau de distribution :..... | 46 |
| 4.4.3.1 Résultat de calcul des pressions :..... | 48 |
| 4.4.3.2 Résultats de calcul des vitesses :..... | 50 |

| | |
|-----------------------|----|
| 4.5- Conclusion | 52 |
|-----------------------|----|

CHPITRE 5 : PROTECTION DES CANALISATION

| | |
|---|----|
| 5.1-Introduction :..... | 53 |
| 5.2- Protection des canalisations contre la corrosion :..... | 53 |
| 5.2.1 Définition de la corrosion :..... | 53 |
| 5.2.2 La protection cathodique :..... | 54 |
| 5.2.3 Protection par onde réactive :..... | 55 |
| 5.3- Le coup de bélier :..... | 55 |
| 5.3.1 Présentation du problème :..... | 55 |
| 5.3.2 Protection contre le coup de bélier :..... | 56 |
| 5.3.3 Analyse physique du phénomène du coup de bélier : | 58 |
| 5.3.4 les caractéristiques de la conduite de refoulement :..... | 58 |
| 5.4- Conclusion :..... | 66 |

Chapitre -6-

ORGANISATION DE CHANTIER ET LA GESTION EN EXPLOITATION

| | |
|--|----|
| Organisation de chantier | 67 |
| 6.1.1 Implantation des tracés, des tranchés sur le terrain | 67 |
| 6.1.1.1 Matérialisation de l'axe | 67 |
| 6.1.1.2 Excavation des tranchées | 67 |
| 6.1.1.3 La profondeur de la tranchée <i>H_{tr}</i> | 68 |
| 6.1.1.4 Largeur de la tranchée <i>b</i> | 68 |
| 6.1.1.5 Distance de la mise de cavalier | 68 |

| | |
|---|----|
| 6.1.2 Choix de l'excavateur | 70 |
| 6.1.2.1 Pelle équipée en rétro | 70 |
| 6.1.2.2 Pelle équipée en butée | 71 |
| 6.1.2.3 Rendement d'exploitation de la pelle | 72 |
| 6.1.2.4 Durée d'excavation | 72 |
| 6.1.3. Aménagement du lit de pose des conduites | 73 |
| 6.1.4 pose des conduites | 73 |
| 6.1.5 Epreuve des joints et de la canalisation | 74 |
| 6.1.6 Remblaiement de la tranchée | 75 |
| 6.1.7. Pose de la conduite | 75 |
| 6.2 Gestion et exploitation | 76 |
| 6.2.1 But de la gestion | 76 |
| 6.2.2 <i>Gestion et exploitation des ouvrages de stockage</i> | 77 |
| 6.2.2.1 <i>Equipements du réservoir</i> | 77 |
| 6.2.2.2 <i>Aspects liés à l'exploitation des réservoirs</i> | 78 |
| 6.2.2.2.1 <i>Contrôle hebdomadaire</i> | 78 |
| 6.2.2.2.2 <i>Contrôle semestriel</i> | 78 |
| 6.2.2.2.3 <i>Nettoyage</i> | 79 |
| 6.2.3 <i>Gestion et exploitation des réseaux</i> | 79 |
| 6.2.3.1 <i>Prévention, contrôle et surveillance de la qualité d'eau</i> | 79 |
| 6.2.3.2. <i>La surveillance et l'entretien courant</i> | 79 |
| 6.2.3.3 <i>Les actions de réduction des pertes d'eau</i> | 80 |
| 6.2.4 Rendement du réseau | 80 |
| 6.2.5. <i>La lutte contre le vieillissement des conduites</i> | 81 |
| 6.3- Conclusion | 81 |

Liste des tableaux :

Chapitre 1 : DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

| | |
|---|----------|
| <i>Tableau N° 1.1 : précipitations moyennes mensuelles (mm)</i> | <i>3</i> |
| <i>Tableau N° 1.2: températures moyennes mensuelles</i> | <i>3</i> |
| <i>Tableau N° 1.3 : humidité relative moyenne mensuelle en %.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Tableau N° 1.4: vitesse moyenne du vent (m/s) :.....</i> | <i>4</i> |

Chapitre 2 : PRESENTATION DU SYSTEME D'AEP ET EVALUATION DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE

| | |
|--|-----------|
| <i>Tableau 2.1 : les équipements de la commune d'EL MARSA.....</i> | <i>12</i> |
|--|-----------|

Chapitre 3 : DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATION

| | |
|--|-----------|
| <i>Tableau 3.2 : Tableau de calcul des débits aux nœuds.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Tableau 3.3 : tableau des pressions aux nœuds.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tableau 3.4 : tableau des vitesses aux tronçons.....</i> | <i>24</i> |

Chapitre 4 : REHABILITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

| | |
|---|-----------|
| <i>Tableau 4.1 Détermination de la capacité de réservoir.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Tableau 4 .2: Les débits aux nœuds.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Tableau 4.3 : tableau des pressions aux nœuds.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Tableau 4.4 : tableau des vitesses aux tronçons.....</i> | <i>45</i> |
| <i>Tableau 4.5 : les diamètres en fonctions des débits.....</i> | <i>47</i> |

| | |
|--|-----------|
| <i>Tableau 4.6 : les conduite d'extensions ajoutés aux réseau.....</i> | <i>47</i> |
| <i>Tableau 4.7 : les conduite d'extensions finales ajoutés aux réseau.....</i> | <i>48</i> |
| <i>Tableau 4.8 : tableau des pressions aux nœuds.....</i> | <i>48</i> |
| <i>Tableau 4.9 : tableau des vitesses aux tronçons.....</i> | <i>50</i> |

CHPITRE 5 : PROTECTION DES CANALISATION

| | |
|--|-----------|
| <i>Tableau N° 5 -1 : Valeurs du coefficient K.....</i> | <i>58</i> |
| <i>Tableau N°5-2 : Les données de bases :.....</i> | <i>59</i> |
| <i>Tableau N° 5-3 : Profil en long (absolu) de la conduite STR-R500m³</i> | <i>62</i> |

Chapitre 6 : ORGANISATION DE CHANTIER ET LA GESTION EN EXPLOITATION

| | |
|---|-----------|
| <i>Tableau 6.1 : La valeur de Kf de différents type de sol.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Tableau 6.2 : Caractéristiques des tranchés sur le terrains.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Tableau 6.3 : Capacité du godet de la pelle en fonction du volume de terrassement.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Tableau 6.4 : Caractéristiques de lit de sable.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Tableau N° 6.5 : Equipements du réservoir.....</i> | <i>77</i> |

Liste des figures :

Chapitre 1 : DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

Figure 1.1 : Délimitation de la zone d'étude2

Figure 1.2 : schéma synoptique de production d'eau potable chef lieu d'EL MARSA.....6

Chapitre 2 : PRESENTATION DU SYSTEME D'AEP ET EVALUATION DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE

Figure 2.1 : schéma synoptique de production d'eau potable.....9

Figure 2.2 : Le réservoir de stockage de 100 m³10

Figure 2.3 : La chambre pour les pompes11

CHPITRE 5 : PROTECTION DES CANALISATION

Figure N°5.1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti bélier.....57

Figure N° 5.2 : Variation du volume d'aire au cours des phases de fonctionnement du réservoir.....57

Figure. 5.3 : Description de la méthode de Peuch et Meunier.....62

Figure 5.4 : l'abaque de peuch et Munier63

Figure 5.5 : l'abaque de DUBIN ET GUENEAU.....65

Chapitre 6 : ORGANISATION DE CHANTIER ET LA GESTION EN EXPLOITATION

Figure 6.1 : *Pose de conduite par un engin*.....74

Figure 6.2 : Pose de conduite sous la route.....75

Figure 6.3 : Pose de conduite traversé de la voie ferrée.....76

Liste des tableaux :

Planche N° 1: *Plan de masse de la commune d'EL MARSА (W.CHLEF).*

Planche N° 2: *Tracé en Plan du réseau d'alimentation en eau potable existant de la commune d'ELMARSА (W.CHLEF).*

Planche N°3 : *Tracé en plan du réseau d'alimentation en eau potable après la réhabilitation de la commune d'ELMARSА (W.CHLEF).*

Planche N°4: Profil en long de la conduite de refoulement SR-R500 de la commune d'ELMARSА (W.CHLEF).

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est considéré par tout le monde comme source de la vie, mais nous constatons que cet or bleu est très mal géré suite de divers raison. Les responsables de la gestion de l'eau se trouvent confrontés a la nécessité de faire des prévisions d'évolution de la demande en eau.

Il est claire que parmi les paramètres qui conditionnent la demande en eau, le contexte économique et social pèse de façon déterminante ainsi que la politique mise en place dans le secteur de l'eau.

Dans les pays en voie de développement on seule une fraction de la population dispose de l'accès au réseau de distribution public, un facteur clé du développement de la demande en eau sera la mise en place d'une politique cohérente de développement de l'alimentation et desserte en eau qui tienne compte des contraintes de mobilisation des fonds nécessaire, du développement de l'efficacité technique des sociétés distributrices dans le respect des nécessaires équilibre financiers et de la capacité des usagers de payer l'eau.

Devant de telles situations, il est impératif de concevoir des systèmes judicieux d'adduction, de stockage, et de distribution ainsi qu'une gestion efficace afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le thème de notre travail, « Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'EL MARSA (W.CHLEF)».

L'objet de notre étude consiste de faire une étude approfondie de diagnostic du système d'alimentation en eau potable pour améliorer l'approvisionnement en eau potable de la ville.

Pour cela nous allons procéder tout d'abord à :

- La présentation du système actuel d'alimentation en eau potable.
- Son diagnostic hydraulique tout en donnant les défaillances existantes.
- Préconiser des solutions pour remédiés.

Et en fin de proposer des solutions pour une bonne préservation de l'état de réseau et garantir un bon fonctionnement de réseau au cours des années à venir.

Chapitre -1-

**DESCRIPTION GENERALE DE LA
ZONE D'ETUDE**

Chapitre -1-**DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE****1.1- Introduction :**

Avant d'entamer les différents points nécessaires à l'étude du projet, Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres de la ville d'EL MARSA. Ces caractéristiques vont nous guider à faire un bon diagnostic du réseau de distribution et la mise en place du schéma d'alimentation projeté. Ces caractéristiques sont présentées essentiellement par la situation topographique, géographique, climatologique et hydraulique.

1.2- Objectif de l'étude :

L'objectif de cette étude est de diagnostiquer le réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA pour pouvoir choisir les techniques de la réhabilitation afin d'améliorer la fiabilité du réseau.

1.3- Situation géographique :

EL MARSA c'est une commune de la wilaya de Chlef en Algérie, une zone côtière située à l'ouest de la ville de TENES sur la route littorale menant à Mostaganem, limitée par :

- Au nord : la méditerranée.
- A l'Est : la commune de Ténès.
- A l'ouest : la commune de Taougrite.
- Au sud Est : la commune de Abou Hassan.
- Au sud Ouest : la commune de Ain Merane.



Figure 1.1 : Délimitation de la zone d'étude.

1.4- Situation climatique : [3]

1.4.1 climat :

Le climat peut être défini ou observé à différentes échelles qui sont par ordre croissant d'établir ce microclimat, le climat local, le climat régional, et le climat général. L'étude climatique nous renseigne sur la pluviométrie, les températures, les taux d'humidité et les vents. La région est caractérisée par un climat méditerranéen, plus au moins régulier, avec un hiver court, froid et pluvieux et un été chaud et sec, les fortes précipitations sont enregistrées entre les mois de Novembre et Février, la température moyenne varie entre 11° en hiver et 25°c à l'été.

La pluviométrie moyenne annuelle varie de 360 à 700mm, il pleut de Septembre à Mai avec un maximum en Décembre.

1.4.2 Pluviométrie :

La pluviométrie enregistrée mensuellement est donnée dans le tableau N°1.1 ci-dessous.

Tableau N° 1.1 : précipitations moyennes mensuelles (mm)

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| P(mm) | 43,9 | 43,6 | 34,4 | 32,6 | 35,5 | 3,1 | 1,8 | 2,04 | 12,9 | 35,02 | 61,6 | 68,6 |

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle de 375.06 mm et une période concernant la saison estivale (Juin, Juillet et Aout) marquée par une faible pluie d'une moyenne de 2.31 mm

1.4.3 Température :

Les températures enregistrées mensuellement sont données dans le tableau N° 1.2 ci-dessous.

Tableau N° 1.2: températures moyennes mensuelles

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(c°) | 10.4 | 11.3 | 13.6 | 15.6 | 20.3 | 25.3 | 29.2 | 28.9 | 25.2 | 20.1 | 18.2 | 11.4 |

L'analyse des températures mensuelles met en valeur l'existence de deux saisons :

- * Une saison froide qui s'étale du mois Novembre au mois d'Avril.
- * Une saison chaude qui s'étale du mois Mai au mois d'Octobre.

1.4.4 Humidité :

L' Humidité enregistrée mensuellement est donnée dans le tableau N°1.3 ci-dessous.

Tableau N°1.3 : humidité relative moyenne mensuelle en %

| <i>mois</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil</i> | <i>Aout</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct</i> | <i>Nov</i> | <i>Déc</i> |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| H(%) | 77.4 | 73.2 | 67.7 | 63.6 | 55.4 | 42.2 | 38.4 | 41.9 | 51.9 | 60.7 | 71.02 | 76.9 |

1.4.5 Vent :

Les vitesses des vents enregistrés mensuellement sont donnés dans le tableau N°I.4 ci – dessous.

Tableau N° 1.4: vitesse moyenne du vent (m/s) :

| <i>Mois</i> | <i>Jan</i> | <i>Fév</i> | <i>Mars</i> | <i>Avr</i> | <i>Mai</i> | <i>Juin</i> | <i>Juil</i> | <i>Aout</i> | <i>Sept</i> | <i>Oct</i> | <i>Nov</i> | <i>Déc</i> |
|---------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| V(m/s) | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,5 | 2,3 | 2,5 |

1.5- Sismicité : [3]

La ville de Chlef a été frappée par un tremblement de terre le 10 octobre 1980. Cette catastrophe a permis la prise de décisions importantes pour la construction en Algérie et particulièrement dans la zone sinistrée, où les différentes études et actions entreprises pour la connaissance du comportement des sols et des constructions ont contribué depuis à :

- La production d'une réglementation parasismique algérienne (le RPA). Cette réglementation a été en continuelle évaluation et actualisation ces 20 dernières années en fonction des nouvelles connaissances éprouvées ;
- La définition d'un zonage sismique national où la Wilaya de Chlef est classée zone III, région très sismique.

1.6- Situation topographique :

La topographie joue un rôle déterminant dans la conception du réseau.

Le levé topographique effectué recouvre la zone de la présente étude limitée par les services techniques concernés, les altitudes variant entre 5 et 96.49 m.

Le levé topographique est représenté à l'échelle 1/2000.

1.7- Géologie du site: [3]

La géologie du site nous permet de prendre les dispositions nécessaires pour la réalisation des tranchées et aussi pour le choix des engins de terrassement. Les différentes coupes géologiques réalisées dans la commune d'EL MARSA nous permettent de déduire que cette dernière est caractérisée par la présence de roches non consolidées et très hétérogènes parmi les formations qui influent directement sur la stabilité du bâti, nous avons ainsi les argiles et les marnes qui prédominent.

1.8- Situation hydraulique :

Cette partie a pour but de mettre en évidence la situation actuelle de système d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA et faire une analyse sur les ressources existantes et les différents réservoirs de stockage et revoir le réseau de distribution et d'adduction .

1.8.1 Ressource en eau :

1.8.1.1 Eaux superficielles :

L'agglomération d'EL MARSA c'est une région méditerranéenne il n'existe aucune ouvrage de stockage des eaux superficielles destinée à l'alimentation en eau potable de la ville d'EL MARSA.

1.8.1.2 Eaux souterraines :

La mobilisation des ressources en eau souterraines pour l'agglomération d'EL MARSA est assurée par trois puits (voir schéma synoptique de production d'eau potable chef lieu d'EL MARSA) : deux puits situés à la commune d'EL GUELTA et le troisième c'est le puits de Mahser situé dans la commune d'EL MARSA.

L'ensemble des puits produit actuellement un débit de 10.5 l/s, chaque puits d'EL GUELTA produit 5l/s et le puits de Mahser produit 0.5 l/s.

1.8.2 Réservoir de stockage :

Le stockage dans la ville d'EL MARSA est assuré par un grand réservoir de capacité 500 m³ et de cote 96.49 m.

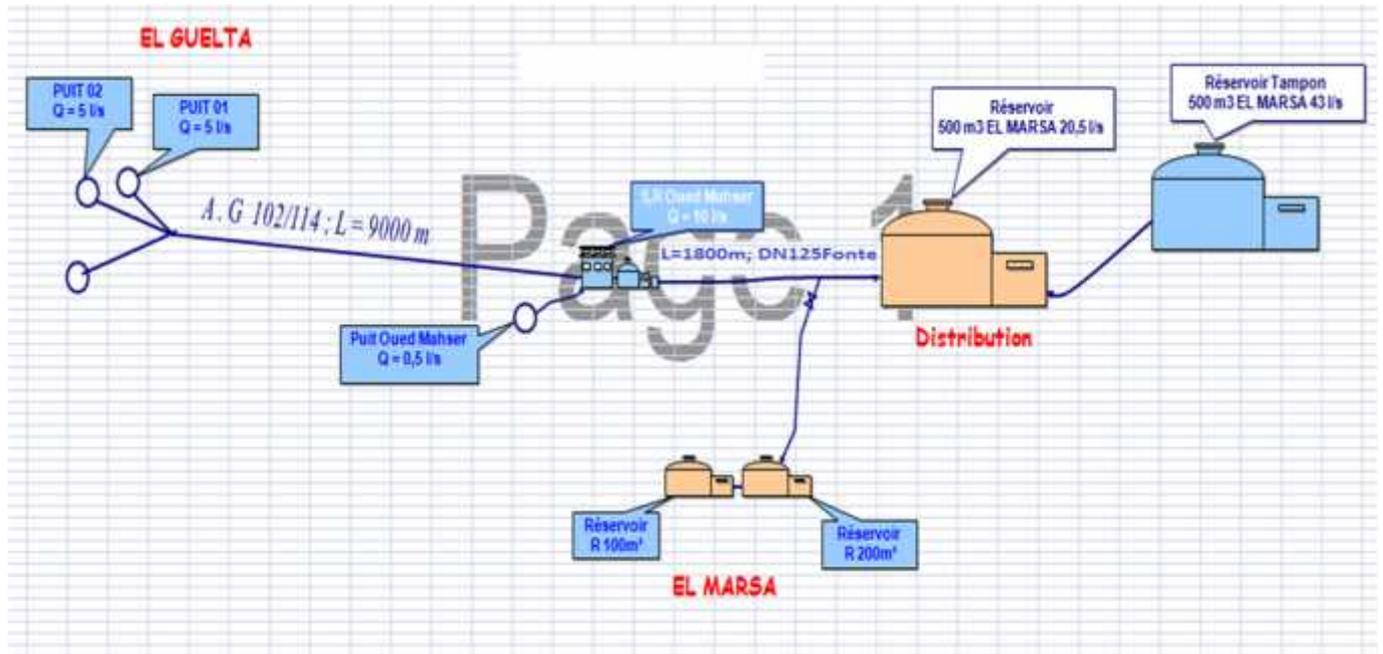


Figure 1.2 : schéma synoptique de production d'eau potable chef lieu d'EL MARSA.

1.9- Rapport sur l'état du réseau :

L'agglomération d'EL MARSA est desservie actuellement par 3 puits, mobilisant un débit à l'exploitation de 10.5 l/s.

Le système de production en eau potable d'EL MARSA est composé de (03) puits. Ces derniers donnent un débit de 10.5 l/s alimentant le réservoir R500m³ par une conduite de refoulement de diamètre Ø 125 en fonte, de longueur 1800 m.

Le réseau d'alimentation en eau potable de L'agglomération d'EL MARSA est alimenté à partir d'un réservoir d'une capacité totale de 500 m³ avec un débit de 20.5 l/s. La conduite d'amenée vers la commune d'EL MARSA a un diamètre de 250 mm en PEHD.

Le réseau d'alimentation en eau potable a été réalisé sans étude avec des branchements et des piquages anarchiques.

1.10- Besoins en eau potable:

L'évaluation des besoins en eau potable repose sur les paramètres principaux suivants : L'eau à usage domestique est celle utilisée pour les ménages (cuisines, lavage des linges, les toilettes, douches... etc). Pour les différentes catégories d'usage (écoles, hôpitaux, administrations etc...). Les besoins sont évalués sur la base des effectifs et sur la norme de consommation par unité.

Pour la commune d'EL MARSA, une dotation théorique de 150 l/j/hab est prise comme base de calcul permettant de définir les volumes moyens journaliers de consommation.

1.11- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant notre agglomération du point de vue topographie, climatologie et hydraulique. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet qui consiste à diagnostiquer et la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA.

Nous allons donc procéder dans le chapitre qui suit au présentation du système d'alimentation en eau potable et l'évaluation de la consommation journalière de la commune.

Chapitre -2-

**PRESENTATION DU SYSTEME D'AEP
ET EVALUATION DE LA
CONSOMMATION JOURNALIERE**

Chapitre -2-

**PRESENTATION DU SYSTEME D'AEP ET EVALUATION DE
LA CONSOMMATION JOURNALIERE**

2.1- Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de faire une identification de tout le système d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA et de justifier le déficit en eau après évaluation de la consommation journalière .

2.2- Présentation du système d'alimentation en eau potable :

L'alimentation en potable de la commune d'EL MARSA se fait à partir d'un réservoirs de capacité 500 m³ et de cote 96.49m

Le réservoir de capacité 500 m³ est alimenté par la station de reprise à partir des ressources souterraines (des puits) et aussi par un réservoir tampon d'une capacité de 500 m³ avec un débit de 43 l/s. Ce dernier est alimenté à partir d'une conduite d'adduction provenant du barrage de SIDI YAKOUB avec un débit de 550 m³/j. (Voir schéma Figure 1.2)

2.2.3 Conduite d'adduction :

2.2.3.1 Conduite de refoulement :

C'est une conduite en fonte d'une longueur de 1800 m et de diamètre normalisé de 125 mm, sera protégée par une soie de verre noyé dans une bitume d'huile .

Elle est équipée :

- Une vidange
- Coude 120°
- Joint à bride
- Venteuse

2.2.3.2 Conduite d'adduction gravitaire :

La conduite d'amenée concerne le tronçon reliant le réservoir de volume 500 m³ et de cote 96.49m au point A du réseau d'alimentation de cote 63.13 m .

C'est une conduite en PEHD de longueur 306 m et de diamètre 250 mm.

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

2.2.5 Captage de source :

Il est important d'expliquer ce point pour proposer la meilleure façon de captage utilisée dans l'alimentation en eau de la commune .

Actuellement, le captage par source dans la région près de la commune d'GUELTA à 9000 m à l'Ouest de la commune d'EL MARSA.

D'après l'étude hydraulique, le débit de la source dépassait 20 l/s.

La région de la source est montagneuse et ne comporte aucune agglomération donc il n'y a pas de risque de pollution.

2.2.6 Station de reprise :

La station de reprise, située dans la commune d'EL MARSA, comporte un réservoir de stockage de 100 m³ et une chambre pour les pompes.

Cette chambre contient deux pompes centrifuges à axe horizontal, une qui est en panne.

Elle refoule un débit de 6 l/s et sa hauteur manométrique totale est de 84.4 m.

Le temps de fonctionnement des pompes est de 6 h/j.



Figure 2.2: Le réservoir de stockage de 100 m³ .

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

2.3- Evaluation de la consommation journalière :

2.3.1 Evolution de la population :

L'évaluation de la population a été faite pour l'horizon 2040 sur la base du recensement de 2013 avec un taux d'accroissement pris égal à 2,21%. (Source D.P.A.T. Chlef).

Pour l'évaluation des populations, à court, moyen et long terme on utilise la relation suivante :

$$P_h = P_0 (1 + r)^n$$

Où :

P_h : population projetée à l'an 2040.

P₀ : population de référence (2013), P₀ = 3663 habitants (Source APC EL MARSA).

r : Taux d'accroissement pris égal à 2,21 %.

n : période de saturation du projet (n = 27 ans).

| Année | 2013 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Population | 3663 | 3827 | 4269 | 4762 | 5312 | 5925 | 6610 |

La population d'EL MARSA à l'horizon 2040 sera :

$$P_h = 6610 \text{ Hab.}$$

2.4- Evaluation des besoins en eau :

2.4.1 Besoins domestique :

Si nous prenons la dotation $D = 150/l/j/Hab.$

Les besoins domestiques sont donnés par : $B_1 = (P_h \times D) / 1000.$

$$B_0 = (6610 \times 150) / 1000 = 991,5 \text{ m}^3/j$$

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

Notre commune c'est une zone touristique et elle reçoit 5% des touristes en été par rapport a sa population.

Donc : $B_1 = B_0 * 1.05$

$$B_1 = 1041,075 \text{ m}^3/\text{j}$$

2.4.2 Besoins des équipements :

L'évaluation des besoins en eau des équipements est portée sur le tableau N° 2.1 suivant :

Tableau 2.1 : les équipements de la commune d'EL MARSA.

| <i>Equipements</i> | <i>Nombre</i> | <i>Unité</i> | <i>Quantité</i> | <i>Dotation (l/j/unité)</i> | <i>Besoins (m³/j)</i> |
|--|---------------|--------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Ecole primaire | 02 | Elève | 800 | 05 | 4,00 |
| CEM | 01 | Elève | 600 | 05 | 3,00 |
| Lycée | 01 | Elève | 500 | 05 | 2,5 |
| Inspection de l'enseignement fondamental | 01 | employé | 05 | 05 | 0,025 |
| Mosquée | 01 | Fidèle | 300 | 05 | 1,5 |
| Centre de formation professionnelle | 01 | Apprenti | 200 | 05 | 1,00 |
| Centre de santé | 01 | Patient | 20 | 10 | 0,20 |
| Siège PTT | 01 | employé | 10 | 05 | 0,05 |
| Siège APC | 01 | employé | 25 | 10 | 0,25 |
| Parc communal | 01 | employé | 12 | 20 | 0,24 |
| Antenne d'assurance CRMA | 01 | employé | 05 | 05 | 0,025 |
| Siège de Daïra | 01 | employé | 25 | 10 | 0,25 |
| Caserne de la gendarmerie nationale | 01 | / | / | / | 1,50 |
| Caserne de la garde communale | 01 | / | / | / | 1,50 |
| Douches | 02 | client | 50 | 100 | 5,00 |
| Station de service Naftal | 01 | client | / | 300 | 1,30 |

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

| | | | | | |
|--|----|---------|-----|-----|--------------|
| Boulangeries | 02 | Local | / | 100 | 1,20 |
| Ecole de pêche (en cours de réalisation) | 01 | élève | 70 | 10 | 0,70 |
| Usine (Guena - pêche) (en cours) | 01 | Employé | 100 | 30 | 3,00 |
| Total | | | | | 27,24 |

$$B_{\text{equipements}} = 27,24 \text{ m}^3/\text{j}$$

Récapitulatif :

➤ Besoins domestiques : $B_1 = 1041.075 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ Besoins des équipements : $B_2 = 27,24 \text{ m}^3/\text{j}$

Les besoins totaux sont : $B = B_1 + B_2 = 1068.315 \text{ m}^3/\text{j}$

$$B = 1068.315 \text{ m}^3/\text{j}$$

2.5- Etude des variations des débits :

2.5.1 Débit moyen journalier (Q_{moy}^j) :

Il résulte des besoins en eau potable tout en tenant compte des fuites dans le réseau et du gaspillage pratiqué. Pour palier à cet inconvénient nous adoptons une majoration de 15 %.

$$Q_{\text{moy}}^j = 1,15 \times B = 1,15 \times 1068,315 = 1228,56 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{moy}}^j = 1228,56 \text{ m}^3/\text{j}$$

2.5.2 Débit maximal Journalier :

$$Q_{\text{max}}^j = K_j \times Q_{\text{moy}}^j (\text{m}^3/\text{j})$$

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

K_j : Coefficient journalier tenant compte des variations de la consommation pendant la journée.

Nous prenons $K_j = 1,20$

$$Q_{\max}^j = 1,20 \times Q_{\text{moy}}^j = 1,20 \times 1228,56 = 1474,2747 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\max}^j = 1474,2747 \text{ m}^3/\text{j}$$

2.5.3 Débit de pointe :

C'est le débit correspondant à l'heure de la forte demande en eau pendant la journée.

$$Q_p = K_p \times Q_{\text{moy}}^j \text{ (m}^3/\text{j)}$$

K_p : coefficient de pointe ($K_p = K_j \times K_h = 1,20 \times 2,5 = 3,00$)

K_h : coefficient horaire égal à 2,50

D'où $Q_p = 3 \times Q_{\text{moy}}^j$

$$Q_p = 3 \times 1228,56 = 3685,68 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_p = 3685,68 \text{ m}^3/\text{j} = 42,66 \text{ l/s}$$

2.5.4 Débit en cas d'incendie :

C'est le débit de pointe en cas d'une éventuelle incendie .La durée d'extinction est égale à 02 heures, durée supposée suffisante pour éteindre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120 m^3 soit un débit d'incendie de 17 l/s.

$$Q_{\text{pointe+incendie}} = Q_p + 17 = 42,66 + 17 = 59,66 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe+incendie}} = 59,66 \text{ l/s}$$

Chapitre 2: Présentation du système d'AEP et évaluation de la consommation journalière

2.6- Conclusion :

On constate que les ressources existants ne peuvent pas satisfaire la totalité des besoins en eau potable de la commune d'EL MARSА, c'est pour quoi il faut combler le déficit en eau par la mobilisation des autres ressources .

Le déficit comblé par ces ressources est le suivant : $59.66 - 20.5 = 39.16$ l/s .

Chapitre -3-

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATION

Chapitre –3-

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATION**3.1- Introduction :**

Ce chapitre consiste à définir les conditions actuelles d'écoulement de la commune d'EL MARSA, afin de proposer un réseau d'alimentation en eau potable adéquat jusqu'à l'horizon 2040. Il est envisagé aussi de prendre les mesures qui permettent de créer un milieu sain pour la population concernée. Le secteur affecté par l'étude concerne une population estimée à 6610 habitants. Conformément aux termes de référence, le présent rapport de ce chapitre est résumé comme suit : diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable existant. D'après les données et documents fournis par les services techniques, concernant le réseau existant de la commune, nous établirons une étude antérieure de base, qui permettra ainsi de bien cerner la problématique du réseau existant et de satisfaire une population à desservir jusqu'à l'horizon d'étude.

3.2- Diagnostic :**3.2.1 Objectif de l'étude de diagnostic :**

L'étude du diagnostic nous permet de juger l'état physique ainsi que le fonctionnement hydraulique des réseaux d'alimentation en eau potable. Pour cela il faut déterminer les paramètres qui serviront à l'expertise du réseau de la commune d'EL MARSA à savoir :

- Reconnaissance détaillée des lieux et détermination des zones d'extensions.
- Enquête sur le réseau existant.

3.2.2 Etat physique du réseau :

Le réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA est un exemple simple de la mauvaise gestion des réseaux d'AEP en Algérie.

Il est caractérisé par une distribution non uniforme et irrégulière, ainsi il ne suit pas l'augmentation des besoins en eau, et après une enquête j'ai trouvé des différents problèmes hydraulique qui subsistent; comme :

- Une perte importante du volume d'eau par les fuites dans le réseau.
- Réalisation des conduites d'adduction et distribution sans une étude technico économique par des entreprises ou des bureaux d'étude spécialisés.
- Les pressions sont très élevés .

3.2.3 Diagnostic du point de captage :

3.2.3.1 Les puits :

L'eau est capté par un groupe électropompe dont le débit des trois puits est de 10.5 l/s avec une conduite de longueur 9000 m, est acheminé jusqu'au réservoir de distribution de capacité ($V=500\text{m}^3$) d'EL MARSA à partir d'une station de reprise par une conduite d'adduction de 1800 m de longueur et de diamètre normalisé (DN) 125 mm en fonte.

Ces puits à été bien équipé et les anomalies constatées au niveau de ces puits sont :

- La pompe n'est pas protégée.
- Absence d'appareil de mesure, par exemple le manomètre et le débitmètre.
- Plusieurs fois la pompe tombe en panne, cette panne est souvent due à des coupures et changement du courant électrique.
- Manque de la sonde qui donne le niveau d'eau dans le puits.
- Malgré le déficit d'eau, la durée de fonctionnement de la pompe est assez court est de 6h/j.

3.2.3.2 La surexploitation de la nappe :

Le service de l'hydrologie de l'ANRH enregistré un abaissement du niveau piézométrique de la nappe libre, le niveau hydrostatique est diminué.

Cette diminution due à l'exploitation intensive de l'aquifère et on note aussi dans la commune on détecte plusieurs puits publique est privé sans compté les puits non déclarés.

3.2.4 Diagnostic de la conduite d'adduction et de la conduite d'amenée :

3.2.4.1 Conduite d'adduction :

Le réseau d'adduction est composé de deux conduites de refoulement :

- ❖ La première à partir du barrage de SIDI YAKOUB.
- ❖ La seconde à partir des puits, elle refoule dans le réservoir de distribution de 500m³, elle est en fonte de longueur 1800 m.

Actuellement cette conduite est fonctionnelle mais des anomalies sont à signaler :

- La conduite est corrodée, l'existence des fuites, après plusieurs réparations.
- Les regards des robinets vanne sont inondés par le sable.

3.2.4.2 Conduite d'amenée :

La conduite d'amenée concerne le tronçon reliant le réservoir (R500) au point A du réseau d'alimentation.

Cette conduite en PVC d'une longueur 306 m.

Lors de notre visite, nous avons constaté que cette conduite est en bon état, le seul problème est qu'il y a des fuites aux niveaux des quelques joints de raccordement.

3.2.5 Diagnostic des ouvrages de stockage :

3.2.5.1 Réservoir de 500 m³ :

Le remplissage de ce réservoir se fait à partir des trois puits grâce à la station de reprise et aussi par un réservoir tampon de capacité de 500m³ avec un débit de 43 l/s, ce dernier est rempli à partir de la conduite d'adduction qui vient du barrage de SIDI YAKOUB.

Ce réservoir assure la distribution en eau potable de la commune avec un débit de 20.5 l/s, les anomalies constatées sont les suivantes :

- Les conduites sont corrodées, surtout la conduite d'arrivée au réservoir.
- Actuellement l'arrivée d'eau dans la cuve se fait par le haut. Ce qui présente plusieurs inconvénients.
- L'inexistence de dispositif de comptage au niveau de la conduite de départ de distribution.
- Manque de capteur de niveau.

3.2.5.2. Réservoirs de 200 m³ et de 100 m³:

Ces réservoirs sont abandonnés car leurs état de génie civil est mauvaise et même les équipements des réservoirs sont corrodés.

3.2.6 Diagnostic du réseau et de schéma de distribution :

La distribution de l'eau de la commune d'EL MARSA est assurée par un réseau mixte entre un réseau ramifié et un réseau maillé.

Une visite sur le terrain nous a permis de constater ce qui suit :

- Le réseau est vétuste sur certains traçons.
- L'entartrage au niveau des conduites.
- le réseau de distribution présente un état corrodé.
- Manque d'entretien.
- Le réseau de distribution ne possède aucun système de comptage.

3.2.6.1. Evaluation des besoins en eau :

La population de la commune d'EL MARSA en 2013 est : 3663 habitants

3.2.6.1.1. Besoins domestique :

Si nous prenons la dotation $D = 150/l/j/Hab.$

Les besoins domestiques sont donnés par : $B_0 = (P_h \times D) / 1000.$

$$B_0 = (3663 \times 150) / 1000 = 549,45 \text{ m}^3/j$$

Et on tenant compte le tourisme donc on majore les besoins de 5%

on obtient :

$$\begin{aligned} B_1 &= B_0 * 1.05 \\ &= 549,45 * 1.05 = 576.92 \text{ m}^3/j \end{aligned}$$

3.2.6.1.2. Besoins des équipements :

Les besoins en eau des équipements de la commune d'EL MARSA est $24.27 \text{ m}^3/j$

Récapitulatif :

➤ Besoins domestiques : $B_1 = 576,92 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ Besoins des équipements : $B_2 = 27,24 \text{ m}^3/\text{j}$

Les besoins totaux sont : $B = B_1 + B_2 = 604,16 \text{ m}^3/\text{j}$

3.2.6.3. Etude des variations des débits :

3.2.6.3.1 Débit moyen journalier (Q_{moy}^j) :

Il résulte des besoins en eau potable tout en tenant compte des fuites dans le réseau et du gaspillage pratiqué. Pour pallier à cet inconvénient nous adoptons une majoration de 15 %.

$$Q_{moy}^j = 1,15 \times B = 1,15 \times 604,16 = 694,78 \text{ m}^3/\text{j}$$

3.2.6.3.1 Débit maximal Journalier :

$$Q_{max}^j = K_j \times Q_{moy}^j (\text{m}^3/\text{j})$$

K_j : Coefficient journalier tenant compte des variations de la consommation pendant la journée.

Nous prenons $K_j = 1,20$

$$Q_{max}^j = 1,20 \times Q_{moy}^j = 1,20 \times 694,78 = 833,744 \text{ m}^3/\text{j}$$

3.2.6.3.2 Débit de pointe :

C'est le débit correspondant à l'heure de la forte demande en eau pendant la journée.

$$Q_p = K_p \times Q_{moy}^j (\text{m}^3/\text{j})$$

K_p : coefficient de pointe ($K_p = K_j \times K_h = 1,20 \times 2,5 = 3,00$)

K_h : coefficient horaire égal à 2,50

D'où $Q_p = 3 \times Q_{moy}^j$

$$Q_p = 3 \times 694,78 = 2084,34 \text{ m}^3/\text{j}$$

3.2.6.3.2 Débit en cas d'incendie :

C'est le débit de pointe en cas d'une éventuelle incendie. La durée d'extinction est égale à 02 heures, durée supposée suffisante pour éteindre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120 m³ soit un débit d'incendie de 17 l/s.

$$Q_p = 2084.34 \text{ m}^3/j = 24.12 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{pointe+incendie}} = Q_p + 17 = 24.12 + 17 = 41,12 \text{ l/s}$$

3.2.4. Calcul du réseau de distribution :

3.2.4.1 Calcul du débit spécifique

Nous avons la longueur total de tout le réseau L = **7008** m

$$\text{Le débit total} = 24,12 \text{ l/s}$$

Le débit spécifique par un mètre = 0.003442 l/s.m

3.2.4.2 Calcul des débits correspondant aux tronçons et les débits nodaux :

Tableau 3.1 : Tableau de calcul des débits aux nœuds

| N° du nœud | N° Tronçon | Longueur (m) | qs (l/s.m) | Q tronçon (l/s) | Q au nœud (l/s) | N° du nœud | N° Tronçon | Longueur (m) | qs (l/s.m) | Q tronçon (l/s) | Q au nœud (l/s) | |
|------------|------------|--------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|--------------|------------|-----------------|-----------------|------|
| A | A-R500 | 306 | 0.003442 | 1.05 | 0.77 | AI | AI AC | 98.5 | 0.003442 | 0.34 | 0.38 | |
| | A-H | 26.5 | 0.003442 | 0.09 | | | AI AH | 102 | 0.003442 | 0.35 | | |
| | A-B | 112.5 | 0.003442 | 0.39 | | | AI AM | 22 | 0.003442 | 0.08 | | |
| B | B-A | 112.5 | 0.003442 | 0.39 | 0.48 | AM | AM AI | 22 | 0.003442 | 0.08 | 0.25 | |
| | B-C | 165 | 0.003442 | 0.57 | | | AM 50 | 99 | 0.003442 | 0.34 | | |
| C | C B | 165 | 0.003442 | 0.57 | 0.84 | 50 | 50 AM | 99 | 0.003442 | 0.34 | 0.17 | |
| | C 2 | 119 | 0.003442 | 0.41 | | | 51 | 51 AM | 24 | 0.003442 | | 0.08 |
| | C O | 108 | 0.003442 | 0.37 | | | | 51 52 | 94 | 0.003442 | | 0.32 |
| | C D | 98.5 | 0.003442 | 0.34 | | | | 51 53 | 81 | 0.003442 | | 0.28 |
| 2 | 2 C | 119 | 0.003442 | 0.41 | 0.20 | 52 | 52 51 | 94 | 0.003442 | 0.32 | 0.16 | |
| D | D C | 98.5 | 0.003442 | 0.34 | 0.24 | 53 | 53 51 | 81 | 0.003442 | 0.28 | 0.24 | |
| | D 20 | 14 | 0.003442 | 0.05 | | | 53 54 | 29 | 0.003442 | 0.10 | | |
| | D E | 28 | 0.003442 | 0.10 | | | 53 55 | 27.5 | 0.003442 | 0.09 | | |
| 20 | 20 D | 14 | 0.003442 | 0.05 | 0.11 | 54 | 54 53 | 29 | 0.003442 | 0.10 | 0.05 | |
| 21 | 21 20 | 48 | 0.003442 | 0.17 | | | 0.08 | 55 | 55 53 | 27.5 | 0.003442 | 0.09 |
| E | E D | 28 | 0.003442 | 0.10 | 0.35 | 55 56 | 23 | | 0.003442 | 0.08 | | |
| | E 7 | 39.5 | 0.003442 | 0.14 | | 55 57 | 51.5 | | 0.003442 | 0.18 | | |
| | E I | 133.5 | 0.003442 | 0.46 | | 56 | 56 55 | 23 | 0.003442 | 0.08 | 0.04 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|------|------|-------|-------|----------|----------|----------|------|------|
| 7 | 7 E | 39.5 | 0.003442 | 0.14 | 0.24 | 57 | 57 55 | 51.5 | 0.003442 | 0.18 | 0.09 | |
| | 7 9 | 99 | 0.003442 | 0.34 | | | AH | AH AI | 102 | 0.003442 | 0.35 | 0.38 |
| 9 | 9 7 | 99 | 0.003442 | 0.34 | 0.17 | AG | AH AG | 120 | 0.003442 | 0.41 | 0.68 | |
| I | I E | 133.5 | 0.003442 | 0.46 | 0.56 | | AG AH | 120 | 0.003442 | 0.41 | | |
| | I 10 | 134 | 0.003442 | 0.46 | | AG 74 | 96 | 0.003442 | 0.33 | | | |
| | I J | 60.5 | 0.003442 | 0.21 | | AG AQ | 178.5 | 0.003442 | 0.61 | | | |
| J | J I | 60.5 | 0.003442 | 0.21 | 0.10 | 74 | 74 AG | 96 | 0.003442 | 0.33 | 0.34 | |
| 10 | 10 I | 134 | 0.003442 | 0.46 | 0.36 | | 74 76 | 34 | 0.003442 | 0.12 | | |
| | 10 11 | 36.5 | 0.003442 | 0.13 | | | 74 75 | 68.5 | 0.003442 | 0.24 | | |
| | 10 12 | 36 | 0.003442 | 0.12 | | 75 | 75 74 | 68.5 | 0.003442 | 0.24 | 0.12 | |
| 11 | 11 10 | 36.5 | 0.003442 | 0.13 | 0.06 | 76 | 76 74 | 34 | 0.003442 | 0.12 | 0.06 | |
| 12 | 12 10 | 36 | 0.003442 | 0.12 | 0.06 | AQ | AQ AG | 178.5 | 0.003442 | 0.61 | 0.36 | |
| H | H A | 26.5 | 0.003442 | 0.09 | 0.38 | | AQ 69 | 33.5 | 0.003442 | 0.12 | | |
| H | H 4 | 135.5 | 0.003442 | 0.47 | | 69 | 69 AQ | 33.5 | 0.003442 | 0.12 | 0.12 | |
| | H G | 59.5 | 0.003442 | 0.20 | | | 69 71 | 36.5 | 0.003442 | 0.13 | | |
| 4 | 4 H | 135.5 | 0.003442 | 0.47 | 0.31 | 71 | 71 69 | 36.5 | 0.003442 | 0.13 | 0.30 | |
| | 4 6 | 44.5 | 0.003442 | 0.15 | | | 71 73 | 71 | 0.003442 | 0.24 | | |
| 6 | 6 4 | 44.5 | 0.003442 | 0.15 | 0.08 | | 71 72 | 66 | 0.003442 | 0.23 | | |
| G | G H | 59.5 | 0.003442 | 0.20 | 0.90 | 72 | 72 71 | 66 | 0.003442 | 0.23 | 0.11 | |
| | G 3 | 227.5 | 0.003442 | 0.78 | | 73 | 73 71 | 71 | 0.003442 | 0.24 | 0.12 | |
| | G F | 234 | 0.003442 | 0.81 | | O | O C | 108 | 0.003442 | 0.37 | 0.67 | |
| 3 | 3 G | 227.5 | 0.003442 | 0.78 | 0.39 | | O P | 42 | 0.003442 | 0.14 | | |
| F | F G | 234 | 0.003442 | 0.81 | 0.74 | | O T | 239.5 | 0.003442 | 0.82 | | |
| | F N | 196.5 | 0.003442 | 0.68 | | P O | 42 | 0.003442 | 0.14 | | | |
| N | N 18 | 48.5 | 0.003442 | 0.17 | 0.57 | P | P 30 | 108 | 0.003442 | 0.37 | 0.43 | |
| | N F | 196.5 | 0.003442 | 0.68 | | | P Q | 102.5 | 0.003442 | 0.35 | | |
| | N M | 88.5 | 0.003442 | 0.30 | | | 30 | 30 P | 108 | 0.003442 | | 0.37 |
| 18 | 18 N | 48.5 | 0.003442 | 0.17 | 0.08 | 30 32 | 45.5 | 0.003442 | 0.16 | | | |
| M | M N | 88.5 | 0.003442 | 0.30 | 0.39 | 31 | 30 31 | 34 | 0.003442 | 0.12 | 0.06 | |
| | M 17 | 74.5 | 0.003442 | 0.26 | | | 31 30 | 34 | 0.003442 | 0.12 | | |
| | M L | 63.5 | 0.003442 | 0.22 | | | 32 | 32 30 | 45.5 | 0.003442 | | 0.16 |
| 17 | 17 M | 74.5 | 0.003442 | 0.26 | 0.13 | T | T O | 239.5 | 0.003442 | 0.82 | 0.73 | |
| L | L M | 63.5 | 0.003442 | 0.22 | 0.57 | | T Y | 77 | 0.003442 | 0.27 | | |
| | L AC | 127.5 | 0.003442 | 0.44 | | | T U | 107.5 | 0.003442 | 0.37 | | |
| | L K | 141 | 0.003442 | 0.49 | | U | U T | 107.5 | 0.003442 | 0.37 | 0.37 | |
| K | K L | 141 | 0.003442 | 0.49 | 0.26 | | U V | 58 | 0.003442 | 0.20 | | |
| | K 14 | 12.5 | 0.003442 | 0.04 | | | U 23 | 48 | 0.003442 | 0.17 | | |
| 14 | 14 K | 12.5 | 0.003442 | 0.04 | 0.42 | 23 | 23 U | 48 | 0.003442 | 0.17 | 0.08 | |
| | 14 15 | 141.5 | 0.003442 | 0.49 | | | V | V U | 58 | 0.003442 | | 0.20 |
| | 14 16 | 88.5 | 0.003442 | 0.30 | | | | V W | 92 | 0.003442 | | 0.32 |
| 16 | 16 14 | 88.5 | 0.003442 | 0.30 | 0.15 | V 42 | 103.5 | 0.003442 | 0.36 | | | |
| 15 | 15 14 | 141.5 | 0.003442 | 0.49 | 0.24 | 42 | 42 V | 103.5 | 0.003442 | 0.36 | 0.18 | |
| AC | AC L | 127.5 | 0.003442 | 0.44 | 0.66 | W | W V | 92 | 0.003442 | 0.32 | 0.49 | |
| | AC AD | 159.5 | 0.003442 | 0.55 | | | W X | 35.5 | 0.003442 | 0.12 | | |
| | AC AI | 98.5 | 0.003442 | 0.34 | | | W 39 | 157.5 | 0.003442 | 0.54 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|------|------|-------|-----|----------|----------|----------|----------|------|------|------|
| AD | AD AC | 159.5 | 0.003442 | 0.55 | 0.49 | | 39 | 39 W | 157.5 | 0.003442 | 0.54 | 0.42 | | |
| | AD AE | 95 | 0.003442 | 0.33 | | | | 39 41 | 84 | 0.003442 | 0.29 | | | |
| | AD 43 | 28 | 0.003442 | 0.10 | | | | 41 | 41 39 | 84 | 0.003442 | 0.29 | 0.14 | |
| 43 | 43 AD | 28 | 0.003442 | 0.10 | 0.44 | | X | X W | 35.5 | 0.003442 | 0.12 | 0.22 | | |
| | 43 44 | 103 | 0.003442 | 0.35 | | | | X 38 | 95 | 0.003442 | 0.33 | | | |
| | 43 45 | 123 | 0.003442 | 0.42 | | | | 38 | 38 X | 95 | 0.003442 | 0.33 | 0.16 | |
| 44 | 44 43 | 103 | 0.003442 | 0.35 | 0.18 | | Y | Y T | 77 | 0.003442 | 0.27 | 0.30 | | |
| 45 | 45 43 | 123 | 0.003442 | 0.42 | 0.21 | | | Y Z | 81 | 0.003442 | 0.28 | | | |
| AE | AE AD | 95 | 0.003442 | 0.33 | 0.45 | | | Y 33 | 16.5 | 0.003442 | 0.06 | | | |
| AF | AE AN | 123 | 0.003442 | 0.42 | 0.16 | | 33 | 33 Y | 16.5 | 0.003442 | 0.06 | 0.28 | | |
| | AE AF | 42 | 0.003442 | 0.14 | | | | 33 34 | 55 | 0.003442 | 0.19 | | | |
| | AF AE | 42 | 0.003442 | 0.14 | | | | 33 35 | 88.5 | 0.003442 | 0.30 | | | |
| 77 | AF 77 | 51.5 | 0.003442 | 0.18 | 0.33 | | 34 | 34 33 | 55 | 0.003442 | 0.19 | 0.09 | | |
| | 77 AF | 51.5 | 0.003442 | 0.18 | | | | 35 | 35 33 | 88.5 | 0.003442 | | 0.30 | 0.15 |
| 79 | 77 79 | 142.5 | 0.003442 | 0.49 | 0.25 | | Z | Z Y | 81 | 0.003442 | 0.28 | 0.50 | | |
| | 79 77 | 142.5 | 0.003442 | 0.49 | | | | Z 36 | 68.5 | 0.003442 | 0.24 | | | |
| AN | AN AE | 123 | 0.003442 | 0.42 | 0.45 | | 36 | Z AB | 139 | 0.003442 | 0.48 | 0.12 | | |
| | AN 64 | 117 | 0.003442 | 0.40 | | | | 36 Z | 68.5 | 0.003442 | 0.24 | | | |
| | AN 59 | 23 | 0.003442 | 0.08 | | | | AB | AB Z | 139 | 0.003442 | | 0.48 | 0.38 |
| 64 | 64 AN | 117 | 0.003442 | 0.40 | 0.20 | AB 37 | 81 | 0.003442 | 0.28 | | | | | |
| 59 | 59 AN | 23 | 0.003442 | 0.08 | 0.20 | | 37 | 37 AB | 81 | 0.003442 | 0.28 | 0.14 | | |
| | 59 60 | 94 | 0.003442 | 0.32 | | | | Q P | 102.5 | 0.003442 | 0.35 | | | |
| 60 | 60 59 | 94 | 0.003442 | 0.32 | 0.16 | | Q | Q R | 66.5 | 0.003442 | 0.23 | 0.51 | | |
| | 26 R | 72.5 | 0.003442 | 0.25 | | | | 29 | 29 Q | 128.5 | 0.003442 | | 0.44 | 0.22 |
| | 26 27 | 60 | 0.003442 | 0.21 | | | | R Q | 66.5 | 0.003442 | 0.23 | | | |
| 26 | 26 28 | 24 | 0.003442 | 0.08 | 0.27 | | R | R 26 | 72.5 | 0.003442 | 0.25 | 0.29 | | |
| 27 | 27 26 | 60 | 0.003442 | 0.21 | 0.10 | | | R S | 31.5 | 0.003442 | 0.11 | | | |
| 28 | 28 26 | 24 | 0.003442 | 0.08 | 0.04 | S | S R | 31.5 | 0.003442 | 0.11 | 0.05 | | | |

3.2.4.3 Résultat de calcul les pressions :

Tableau 3.2 : tableau des pressions aux nœuds

| Nœud | débit (l/s) | Pression (m.c.e) | Nœud | débit (l/s) | Pression (m.c.e) | Nœud | débit (l/s) | Pression (m.c.e) |
|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|
| A | 0.77 | 35.02 | T | 0.73 | 57.43 | 52 | 0.16 | 55.33 |
| B | 0.48 | 43.14 | U | 0.37 | 63.42 | 51 | 0.34 | 55.64 |
| H | 0.38 | 39.12 | 23 | 0.04 | 59.24 | 53 | 0.24 | 50.66 |
| C | 0.84 | 56.51 | V | 0.42 | 64.7 | 54 | 0.05 | 51.52 |
| 4 | 0.31 | 45.16 | 42 | 0.18 | 61.65 | 55 | 0.18 | 49.42 |
| 6 | 0.08 | 48.1 | W | 0.49 | 56.96 | 56 | 0.04 | 48.07 |
| 2 | 0.2 | 47.57 | 39 | 0.42 | 52.18 | 57 | 0.09 | 50.09 |
| G | 0.9 | 40.67 | 41 | 0.14 | 49.41 | AH | 0.38 | 59.87 |
| 3 | 0.39 | 51.9 | X | 0.22 | 58.66 | AG | 0.68 | 62.43 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|-------|--|----|------|-------|--|----|------|-------|
| F | 0.74 | 52.43 | | 38 | 0.16 | 56.99 | | 74 | 0.34 | 63.78 |
| N | 0.57 | 65.72 | | Y | 0.30 | 57.82 | | 76 | 0.06 | 64.4 |
| 18 | 0.08 | 67.91 | | Z | 0.50 | 56.05 | | 75 | 0.12 | 63.24 |
| D | 0.24 | 56.29 | | 36 | 0.12 | 57.3 | | AQ | 0.36 | 49.03 |
| 21 | 0.08 | 62.14 | | AB | 0.38 | 65.83 | | 69 | 0.12 | 51.8 |
| E | 0.35 | 57.3 | | 37 | 0.14 | 67.41 | | 71 | 0.30 | 52.45 |
| 9 | 0.17 | 62.08 | | 33 | 0.28 | 59.74 | | 72 | 0.11 | 51.63 |
| I | 0.56 | 72.66 | | 34 | 0.09 | 60.22 | | 73 | 0.12 | 54.24 |
| 10 | 0.36 | 69.93 | | 35 | 0.15 | 60.2 | | 16 | 0.15 | 74.89 |
| 7 | 0.24 | 57.95 | | AD | 0.49 | 72.68 | | J | 0.10 | 77.17 |
| 20 | 0.11 | 57.67 | | 43 | 0.44 | 71.54 | | Q | 0.51 | 71.96 |
| 11 | 0.06 | 65.28 | | 44 | 0.18 | 67.87 | | 29 | 0.21 | 70.13 |
| 12 | 0.06 | 73.28 | | 45 | 0.21 | 67.34 | | R | 0.29 | 73.69 |
| M | 0.39 | 68.66 | | AE | 0.45 | 72.98 | | 26 | 0.27 | 72.05 |
| 17 | 0.13 | 68.95 | | AF | 0.16 | 68.73 | | 27 | 0.10 | 71.46 |
| L | 0.57 | 72.51 | | 77 | 0.33 | 66.45 | | 28 | 0.04 | 70.19 |
| K | 0.26 | 72.73 | | 79 | 0.23 | 66.2 | | S | 0.05 | 75.19 |
| 14 | 0.42 | 72.41 | | AN | 0.45 | 71.02 | | AI | 0.38 | 64 |
| 15 | 0.24 | 71.59 | | 64 | 0.20 | 71.42 | | AM | 0.25 | 60.38 |
| AC | 0.66 | 75.71 | | 59 | 0.20 | 75.81 | | 50 | 0.17 | 59.74 |
| O | 0.67 | 65.16 | | 60 | 0.16 | 72.25 | | 32 | 0.08 | 61.03 |
| P | 0.43 | 68.61 | | 31 | 0.06 | 65.22 | | 30 | 0.32 | 65.08 |

Remarque:

Nous remarquons que les pressions sont très élevés et dépassés les valeurs des pressions acceptable.

3.2.4.4 Résultat de calcul les vitesses :

Tableau 3.3 : tableau des vitesses aux tronçons

| Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) | Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) | Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) |
|---------|---------------|-----------------|---------------|---------|---------------|-----------------|---------------|---------|---------------|-----------------|---------------|
| A H | 160 | 0.09 | 0.01 | L K | 75 | 0.46 | 0.1 | 43 45 | 32 | 0.49 | 0.61 |
| A B | 200 | 0.37 | 0.01 | K 14 | 40 | 0.04 | 0.03 | AD AE | 90 | 0.31 | 0.05 |
| B C | 200 | 0.54 | 0.02 | 14 15 | 32 | 0.47 | 0.58 | AE AF | 32 | 0.14 | 0.17 |
| C D | 160 | 0.32 | 0.02 | O P | 75 | 0.14 | 0.03 | AF 77 | 40 | 0.17 | 0.13 |
| C O | 125 | 0.36 | 0.03 | P 30 | 32 | 0.36 | 0.44 | 77 79 | 32 | 0.47 | 0.58 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|------|------|-------|-----|------|------|-------|-----|------|------|
| D 20 | 32 | 0.05 | 0.06 | 30 31 | 32 | 0.11 | 0.14 | AE AN | 90 | 0.4 | 0.06 |
| 20 21 | 32 | 0.16 | 0.2 | 30 32 | 32 | 0.15 | 0.19 | AN 64 | 32 | 0.38 | 0.48 |
| DE | 160 | 0.09 | 0.01 | OT | 90 | 0.79 | 0.12 | AN 59 | 32 | 0.08 | 0.09 |
| E 7 | 32 | 0.13 | 0.16 | T U | 63 | 0.35 | 0.11 | 59 60 | 32 | 0.31 | 0.38 |
| 7 9 | 32 | 0.33 | 0.4 | U 23 | 32 | 0.16 | 0.2 | AI AH | 125 | 0.34 | 0.03 |
| E I | 110 | 0.44 | 0.05 | U V | 50 | 0.19 | 0.1 | AH AG | 110 | 0.39 | 0.04 |
| I 10 | 40 | 0.44 | 0.35 | V 42 | 32 | 0.34 | 0.42 | AG 74 | 32 | 0.32 | 0.39 |
| 10 11 | 32 | 0.12 | 0.15 | V W | 32 | 0.3 | 0.38 | 74 75 | 32 | 0.23 | 0.28 |
| 10 12 | 32 | 0.12 | 0.15 | W 39 | 40 | 0.52 | 0.41 | 74 76 | 32 | 0.11 | 0.14 |
| H 4 | 40 | 0.45 | 0.35 | 39 41 | 32 | 0.28 | 0.34 | AG AQ | 32 | 0.59 | 0.73 |
| 4 6 | 32 | 0.15 | 0.18 | W X | 32 | 0.12 | 0.15 | AQ 69 | 40 | 0.11 | 0.09 |
| C 2 | 32 | 0.39 | 0.49 | X 38 | 32 | 0.31 | 0.39 | 69 71 | 32 | 0.12 | 0.15 |
| H G | 160 | 0.2 | 0.01 | T Y | 63 | 0.25 | 0.08 | 71 72 | 32 | 0.22 | 0.27 |
| G 3 | 40 | 0.75 | 0.6 | Y 33 | 32 | 0.05 | 0.07 | 71 73 | 32 | 0.23 | 0.29 |
| G F | 160 | 0.77 | 0.04 | 33 34 | 32 | 0.18 | 0.23 | AI AM | 90 | 0.07 | 0.01 |
| F N | 160 | 0.65 | 0.03 | 33 35 | 32 | 0.29 | 0.36 | AM 50 | 32 | 0.33 | 0.4 |
| N 18 | 32 | 0.16 | 0.2 | Y Z | 40 | 0.27 | 0.21 | AM 51 | 32 | 0.08 | 0.1 |
| N M | 160 | 0.29 | 0.01 | Z 36 | 32 | 0.23 | 0.28 | 51 52 | 32 | 0.31 | 0.38 |
| M 17 | 32 | 0.25 | 0.3 | Z AB | 32 | 0.46 | 0.57 | 51 53 | 32 | 0.27 | 0.33 |
| M L | 160 | 0.21 | 0.01 | AB 37 | 32 | 0.27 | 0.33 | 53 54 | 32 | 0.1 | 0.12 |
| L AC | 160 | 0.42 | 0.02 | AC AD | 110 | 0.52 | 0.06 | 53 55 | 32 | 0.09 | 0.11 |
| 55 57 | 32 | 0.17 | 0.21 | AD 43 | 40 | 0.09 | 0.07 | 55 56 | 32 | 0.08 | 0.09 |
| Q 29 | 32 | 0.42 | 0.52 | I J | 110 | 0.2 | 0.02 | R 26 | 32 | 0.24 | 0.3 |
| Q R | 40 | 0.22 | 0.17 | P Q | 50 | 0.34 | 0.17 | 26 27 | 32 | 0.2 | 0.25 |
| 14 16 | 32 | 0.29 | 0.36 | 43 44 | 32 | 0.34 | 0.42 | 26 28 | 32 | 0.08 | 0.1 |
| | | | | R S | 32 | 0.1 | 0.13 | | | | |

Remarque :

Nous remarquons que la plus part des vitesses sont trop faibles .

3.3- Recommandation :

Après avoir fait un diagnostic du système d'alimentation en eau potable, les recommandations sont les suivantes :

3.3.1. Recommandation concernant les points de captage : [7]

3.3.1.1 Captage par puits :

- Déterminer les paramètres de la nappe comme : le niveau statique, le niveau dynamique, le débit spécifique et le débit maximum d'exploitation pour que le choix de la pompe soit adapté.
- Rechercher et réparer les défaut de câble.
- Etablir un planning pour le fonctionnement de la pompe.
- Une sonde de niveau pour vérifier les différents niveaux de la nappe.
- Entretenir le compteur, vanne, clapet, graissage, vidange.
- Démontre le moteur et la pompe (une révision en moyenne une fois tout les 5 ans).
- Resserrer et remplacer les presse étoupes en moyenne une fois tout les 3 ans

3.3.1.2 développement de puits :

Le problème d'un puits de la commune d'EL GUELTA , est l'existence de sable lors de pompage, nous pouvons améliorer la productivité de puits en éliminant le plus grossiers, et seul remède est développement de puits.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour le pompage de développement :

a) *le surpompage :*

Elle consiste un pompage d'un débit supérieur au débit d'exploitation.

b) *le pompage alterné :*

Alternance de démarrage et d'arrêt.

On met le puits en production par le pompage et on provoque plusieurs reprises des arrêts brusques de la pompe. On crée ainsi des variations brutales de pression sur la couche aquifère.

c) *développement par pistonnage :*

L'outil est un piston actionné verticalement dans les deux sens à l'intérieur d'un puits tube et crépine.

Dans un mouvement de remontée, le piston crée une dépression au-dessous de lui, qui attire l'eau et le sable fin de la formation vers la crépine. Ce sable traverse la crépine et s'accumule à l'intérieur. On peut prévoir sous la crépine un tronçon de tube de même diamètre pour recevoir le sable introduit par la source ascendante du piston.

d) *développement à Émulseur :*

C'est la méthode la plus employée. Elle fait intervenir une alternance de phase de pompage par émulseur et de phase d'envoi d'air sous pression à partir d'un dispositif (double colonne). Cette méthode nécessite quand même de dimensionner correctement son dispositif d'air lift.

e) *contrôle de la fin du développement :*

Le but du développement est d'empêcher les viennes de sable. Donc on peut penser que l'opération sera achevée, lorsque l'eau extraite de l'ouvrage ne contiendra plus d'élément fin, indésirables et sortira claire.

3.3.1.3. *Traitement de puits d'EL GUELTA :*

Le colmatage de ce puits se traduit par un abaissement progressif du rendement de l'ouvrage.

Nous pouvons observer sur un puits plusieurs types de colmatage tels que :

- *Colmatage mécanique :*

Des particules fines (sable, argile, colloïde) peuvent être entraînées sous l'effet du pompage et bouche l'ouvrage (la crépine).

➤ *Traitement du colmatage mécanique :*

le traitement est basé dans un premier temps :

- enlever le dépôt de sable, cette opération se fait par air lift ou pompage .

- dans la deuxième étape on fait le traitement chimique : on utilise le polyphosphate.

Le traitement au polyphosphate permet de dé flocler les argiles de l'aquifère.

Nous utilisons (hexamétaphoste) : 50 kg par m³ d'eau.

L'eau de puits doit être agitée soit par le pompage alterne, soit par pistonage et ceci pendant 24 heures.

- *Colmatage chimique :*

Les phénomènes qui déclenchent le colmatage chimique sont le colmatage sont le dégagement de CO₂ qui entraîne la précipitation de carbonate à partir du bicarbonate et le déplacement d'équilibre entre fer bivalent et trivalent, ce qui conduit à la précipitation d'hydroxyde ferrique. L'apport de O₂ entraîne la formation d'oxyde ferrique insoluble à partir d'ions ferreux dissous dans l'eau. On a à partir du fer métallique de l'ouvrage on observe principalement des phénomènes de colmatage dus aux précipitations de carbonate et aux dépôts de fer manganèse.

- *Traitement du colmatage chimique :*

Pour le traitement du colmatage par le fer manganèse, on utilise le polyphosphate. Le dosage peut être de 2 à 4 kg pour 100 litres d'eau.

Les produits les plus utilisés pour le traitement du colmatage par les carbones sont : l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique.

- *Colmatage biologique :*

Il se caractérise par la présence d'éléments filamenteux dans l'eau pompée des flocons ou des blocs gélatineux.

Pour notre cas : l'eau pompée du puits ne se présente pas des signes de colmatage biologique, donc le colmatage de puits soit mécanique ou chimique.

L'introduction d'une sonde dans l'ouvrage permet d'identifier les corps étrangers qui s'accumulent sur la paroi de la crépine.

3.3.2 Recommandation concernant le captage de sources : [4]

- Il importe de capter les sources dans leur gîte géologique, en dehors de toute contamination possible par le milieu extérieur, on distingue deux systèmes du captage des sources :
 1. Captage par un ouvrage comporte un cuvelage étanche descendu par havage dans la couche aquifère à partir duquel des drains sont poussées dans la nappe.
 2. Captage par un ouvrage constitué d'une chambre encastré dans Aquifère, si les sources sont nombreuses et peuvent d'importance, on peut être amené à constituer des drains reliés par un canal étanché à l'ouvrage de tête du captage, l'ouvrage de tête est une cuve entièrement étanchée dans laquelle sont implantées des pompes de refoulement ou bien d'où part la conduite d'adduction gravitaire
- Nettoyage total des bassins de décantation, une fois par an et nettoyage partiel une fois tous le 4 mois.
- Installer le dispositif de lavage, qui effectué en générale à contre courant. En envoyant de bas en haut un débit d'eau et un débit d'air. L'air permettant d'agiter le sable et de détache les particules fixées sur les grains.

3.3.3 protection des captages : [4]

L'installation des périmètres de protection à pour but d'empêcher les pollutions accidentelles des captages d'eau potable. Les périmètres sont fixés par des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique.

Les périmètres de protection sont :

- *Le périmètre de protection immédiate :*

A pour but d'éviter tout risque de pollution à proximité du point de prélèvement d'eau. Cette zone doit être acquise en pleine propriété et clôturée.

- *Le périmètre de protection rapprochée :*

Visé à protéger d'une façon efficace le captage, vis à vis de la migration souterraine des substances polluantes.

- *Le périmètre de protection éloignée :*

Il permet de renforcer la protection contre les pollutions permanents ou diffuses, il est facultatif .

3.3.4. Recommandation concernant l'ouvrages de stockage R500: [5]

- installer un by-pass et le capteur de niveau.
- installer un compteur au niveau de la conduite de départ de distribution .
- Installer la vanne à flotteur.
- effectue une nettoyage total au moins une fois par an et nettoyage partielle une fois tous les 4 mois.

3.3.5. Recommandation concernant les conduites d'adductions et les réseaux de distribution : [5]

- installer des compteurs aux niveaux des conduites de distributions.
- modifier le réseau de distribution, en éliminant les ramifications et en projeter un réseau maillé après une étude de rénovation des quelques diamètres des tronçons, qui ne sont pas adaptent à la consommation maximale journalière.
- rénover les tronçons qui n'adaptent pas à des conditions hydraulique exigées (pression - vitesse).
- réhabiliter les conduites d'adductions gravitaires (conduites d'amenée), en projeté des conduites en parallèles avec les conduites d'amenée anciennes après une étude hydraulique.

3.3.5.1 la réparation des fuites :

Les origines des pertes d'eau enregistrées au niveau du réseau de distribution sont dues aux fuites, il faut donc faire une réparation de cette fuite.

Le mode de réparation est basé sur :

- 1- la recherche des fuites.

2- La réparation.

3.3.5.2 La recherche des fuites :

Pour réparer ces fuites il faut les localiser, il y a des fuites visibles et d'autre que ne le sont pas. Comme le réseau de distribution n'appartient pas au système de comptage. Il est difficile de localiser, la seule méthode employée pour rechercher et localiser les fuites consiste à écouter et analyser les bruits captés au niveau de la conduite à l'aide d'appareils basés sur le principe du stéthoscope et compléter par des système d'amplification mécanique ou électrique.

a) Les amplificateurs mécaniques :

Ils sont composés d'une tige métallique servant de capteur d'une membrane vibrante et d'une cloche métallique formant caisse de résonance reliée a une paire d'écouteurs. Ces écouteurs isolent partiellement des bruits transmis par l'air.

b) Les amplificateurs électriques :

Ces appareils sont identiques aux précédents dans leur principe mais le capteur est constitué d'un microphone et d'un amplificateur, ce sont les appareils les plus utilisés actuellement.

c) La corrélation acoustique :

Elle donne de très bons résultats surtout en localisation le principe est le suivant :

- Deux capteurs sont placés sur la conduite par la caisse de vibrations engendrée par la fuite qui se propagent le long de la conduite à vitesse égale de part et d'autre part de la fuite (si la section est constante et le matériau homogène).

La localisation des fuites doit être suivie immédiatement de leur réparation.

3.3.5.3 La réparation des fuites :

Une fois les fuites localisées, nous entreprenons les travaux :

- soit par une soudure de la conduite si celle-ci en acier. Ou bien on utilise des manchon de réparation.

Dans le cas où les fuites sont importantes. On change carrément le tronçon.

Pour la conduite d'amenée de réservoir 500 m³ jusqu'au réseau de distribution de la commune, on a des fuites au niveau des joints, donc on propose :

- si la fuite n'est pas importante, on utilise le mortier.
- si la fuite est importante, on refait les joints.

3.4- Conclusion:

L'étude de diagnostic nous a permis de faire une mise au point sur l'état et les conditions d'exploitation et le fonctionnement du réseau existant.

Le système d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSА ne permet pas d'assurer les besoins en eau exigés par les habitants, il est caractérisé surtout dans la période où les débits sont maximaux par des pressions très élevées et des vitesses trop faibles ; vu son dimensionnement à l'horizon considéré.

- Les trois puits seulement qui assurent l'approvisionnement en eau de la commune, en ne fonctionnent que 6h/j pour une production de 10.5 l/s.
- Les pertes d'eau dans le système sont considérables surtout au niveau de réseau de distribution de la commune.
- La station de reprise ne comporte aucun dispositif de protection .

Nous pouvons conclure aussi que le réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSА est en mauvaise état, donc il faut faire sa réhabilitation.

Chapitre -4-

**REHABILITATION DU SYSTEME
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

Chapitre -4-

**REHABILITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN
EAU POTABLE****4.1- Introduction :**

Après avoir défini tous les problèmes faisant obstacle à l'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA, il s'est avéré nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent à la réhabilitation du système d'alimentation.

4.2- Proposition du système d'alimentation :

Les conditions hydrauliques ne sont pas adéquats dans le réseau de distribution, ce dernier ne couvre pas la totalité de l'agglomération de la commune d'EL MARSA vu l'extension des habitants. Donc nous avons proposé un réseau d'alimentation qui couvre la totalité de l'agglomération et l'implantation des autres puits comme ressource pour satisfaire tout les besoins.

4.3- Réhabilitation et amélioration du captage par puits :

Les deux puits de la commune d'EL GUELTA donnent un débit de 10 l/s (temps de fonctionnement de ce forage $T_f = 6$ h) et la consommation maximale journalière est égale 1405.861 m³/j c'est-à-dire 16.27 l/s. Donc il est nécessaire de prévoir d'autre puits pour assurer le débit maximum journalier de la commune.

$$n = \frac{Q_{\max j}}{Q_p} + 1 \text{ puits}$$

Ou :

1 forage : puits de réserve

N : nombre de puits

Q_{maxj} : débit maximum journalier

Q_p : débit d'un puits

AN :

$$n = \frac{16.27}{5} + 1 \text{ puits}$$

$$n = 3.25 + 1 = 4.25$$

Ou :

N=4.25, on prend donc n = 5 puits. Donc le nombre de puits à projeter est de trois puits.

Deux puits pour renforcer l'alimentation en eau potable et le troisième de réserve ou de secours.

4.3.1 Exécution des puits :

Les puits sont réalisés suivant divers procédures, par mieux :

- Puits par percussion.
- Puits par injection.
- Puits par rotary.
- Le choix d'une méthode pour l'exécution du puits s'effectue en fonction des certains facteurs, parmi lesquels on site : la profondeur, la géologie du terrain ... etc

Suivant la profondeur de notre puits qui nous concerne et la nature quasi-meuble des couches géologiques, nous utiliserons pour la création de ces puits, le procédé au rotary.

Ce procédé est plus rapide, plus efficace et plus économique tout autre. Son principe est basé sur la pénétration de l'outil qui s'effectue par abrasion et broyage du terrain sans chocs, uniquement par rotation.

4.3.2 Emplacement des puits :

Pour réaliser les trois puits nécessaires à la demande en eau, on doit respecter une certaine distance « L » entre les puits : $L \geq 2R$

Avec :

R : rayon d'action, distance à laquelle le rabattement est nul pour notre cas la nappe est phréatique, c'est-à-dire libre, alors :

$$R = 1.5 \frac{Tt_0}{S}$$

t_0 : durée de pompage

S : coefficient d'emmagasinement

T : coefficient de transmissivité

$$T = \frac{0.183 * Q}{\Delta C}$$

Q : débit (m³/s)

C : la pente par l'accroissement de la remontée de la nappe au cours d'un module logarithmique

4.3.3 Réhabilitation des réservoirs de stockage abandonnés :

- Réparation des fissures pour améliorer l'état génie civil.
- Refaire la peinture.
- installer un by-pass et le capteur de niveau.
- installer un compteur au niveau de la conduite de départ de distribution .
- Installer la vanne à flotteur.
- effectue une nettoyage total au moins une fois par an et nettoyage partielle une fois tous les 4 mois.

4.4- Réhabilitation du réseau de distribution :

Après avoir évalué les besoins en eau de l'agglomération dans le chapitre II, il nous appartient de faire un choix convenable de réseau,. Pour assurer une bonne distribution au consommateur de façon à avoir un débit maximum avec une pression au sol acceptable.

Les modifications apportées consistent à :

- Modifier le schéma du réseau qui alimente la commune et nous projetons un réseau qui couvre les zones d'extensions.
- Nous modifions les diamètres pour avoir une bonne répartition des vitesses.
- Nous modifions quelques tronçons pour avoir un réseau maillé qui assure la possibilité d'alimentation en retour en cas de défaillance d'un tronçon.
- Nous rénovons les tronçons qui ne s'adaptent pas aux conditions hydraulique exigées (pression, vitesse).

4.4.1 choix des matériaux des conduites :

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

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PE (polyéthylène) à haute densité PEHD ou basse densité PEBD.

Dans ce présent projet, notre étude se contentera sur l'utilisation des matériaux qui sont le PE et le PVC vu les avantages qu'ils présentent :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponibilité sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Une surface lisse arrondie pour une meilleure performance hydraulique.

4.4.2 Equipement du réseau de distribution : [1]

Le long d'une canalisation, différents organes accessoires sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement.
- Régulariser les pressions et assurer les débits.
- Protéger les canalisations.
- Soutirer les débits.

Ces organes accessoires concernent essentiellement :

4.4.2.1 *Les robinets vannes :*

Ce sont des appareils de sectionnement leur rôle est de permettre l'isolement des tronçons du réseau de distribution lors de leur réparation et permettent aussi la régularisation des débits.

4.4.2.2 *Poteaux d'incendie :*

Ils doivent être raccordés sur des conduites capables d'assurer un débit de 17 l/s et une pression de 1 bar.

4.4.2.3 *Les cônes :*

Permettent le raccordement des conduites ayant des diamètres différents, ils peuvent être placés au niveau de l'emplacement des robinets vannes et d'autres accessoires.

4.4.2.4 *Les Tés et les croix :*

Permettent le raccordement des canalisations secondaires à la canalisation principale.

4.4.2.5 *Les coudes :*

Ce sont des pièces utilisées dans le cas de changement de la direction

4.4.2.6 *Robinet de décharge :*

Ce sont des appareils que l'on place au niveau des points bas de la conduite en vue de vider celle-ci, dans le but d'éliminer les dépôts qui se sont formés ou dans le cas de réparation.

4.4.2.7 *Les compteurs :*

Le réseau de distribution nécessite l'emplacement des compteurs qui seront installés en des points adéquats, et servent l'évaluation du rendement du réseau de distribution et le contrôle de la consommation.

4.5- Système de distribution :

Pour éviter les anomalies dans la distribution des eaux nous avons proposé un réseau qui couvre la totalité de l'agglomération de la commune d'EL MARSА et les zones d'extension.

4.5.1 Détermination de la capacité de réservoir :

Le volume d'eau du réservoir est calculé à partir de la comparaison entre le volume entrant et le volume sortant.

Dimensionnement du réservoir :

$$\text{On a : } V_r^{\text{total}} = V_r^{\text{calc}} + V_{\text{inc}}$$

$$V_r^{\text{calc}} = |\Delta V^+|_{\text{max}} + |\Delta V^-|_{\text{max}}$$

V_{inc} = réserve d'incendie prise égale à 120 m³

Tableau 4.1 : Détermination de la capacité de réservoir

| ΔT | a.i | Volumes (m ³) | | Volumes cumulés (m ³) | | Différences ΔV (m ³) | |
|------------|-----|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|--------------|
| | | Q. ΔT | Q. $\Delta T \cdot a.i \cdot 24/100$ | V_{apport} | $V_{\text{consommé}}$ | ΔV^+ | ΔV^- |
| 0-1 | 1 | 58,578 | 14,059 | 58,578 | 14,059 | 44,519 | |
| 1-2 | 1 | 58,578 | 14,059 | 117,155 | 28,117 | 89,038 | |
| 2-3 | 1 | 58,578 | 14,059 | 175,733 | 42,176 | 133,557 | |
| 3-4 | 1 | 58,578 | 14,059 | 234,310 | 56,234 | 178,076 | |
| 4-5 | 2 | 58,578 | 28,117 | 292,888 | 84,352 | 208,536 | |
| 5-6 | 3 | 58,578 | 42,176 | 351,465 | 126,527 | 224,938 | |
| 6-7 | 5 | 58,578 | 70,293 | 410,043 | 196,821 | 213,222 | |
| 7-8 | 6,5 | 58,578 | 91,381 | 468,620 | 288,202 | 180,419 | |
| 8-9 | 6,5 | 58,578 | 91,381 | 527,198 | 379,582 | 147,615 | |
| 9-10 | 5,5 | 58,578 | 77,322 | 585,775 | 456,905 | 128,871 | |
| 10-11 | 4,5 | 58,578 | 63,264 | 644,353 | 520,169 | 124,184 | |
| 11-12 | 5,5 | 58,578 | 77,322 | 702,931 | 597,491 | 105,440 | |
| 12-13 | 7 | 58,578 | 98,410 | 761,508 | 695,901 | 65,607 | |
| 13-14 | 7 | 58,578 | 98,410 | 820,086 | 794,311 | 25,774 | |
| 14-15 | 5,5 | 58,578 | 77,322 | 878,663 | 871,634 | 7,029 | |

| | | | | | | | |
|-------|-----|--------|--------|----------|----------|-------|----------------|
| 15-16 | 4,5 | 58,578 | 63,264 | 937,241 | 934,898 | 2,343 | |
| 16-17 | 5 | 58,578 | 70,293 | 995,818 | 1005,191 | | -9,372 |
| 17-18 | 6,5 | 58,578 | 91,381 | 1054,396 | 1096,572 | | -42,176 |
| 18-19 | 6,5 | 58,578 | 91,381 | 1112,973 | 1187,953 | | -74,979 |
| 19-20 | 5 | 58,578 | 70,293 | 1171,551 | 1258,246 | | -86,695 |
| 20-21 | 4,5 | 58,578 | 63,264 | 1230,128 | 1321,509 | | -91,381 |
| 21-22 | 3 | 58,578 | 42,176 | 1288,706 | 1363,685 | | -74,979 |
| 22-23 | 2 | 58,578 | 28,117 | 1347,283 | 1391,802 | | -44,519 |
| 23-24 | 1 | 58,578 | 14,059 | 1405,861 | 1405,861 | | 0,000 |

$$V_r^{\text{calc}} = |\Delta V^+|_{\text{max}} + |\Delta V^-|_{\text{max}} = 224,938 + 91,381$$

$$V_r^{\text{calc}} = 316,319 \text{ m}^3$$

$$V_r^{\text{total}} = V_r^{\text{calc}} + V_{\text{inc}} = 316,319 + 120 = 436,319 \text{ m}^3$$

Donc:

$$V_r^{\text{total}} = 436,319 \text{ m}^3$$

- Le chef lieu de la commune d'El MARSA est équipé d'un réservoir de stockage en bon état d'une capacité de 500 m³, donc le volume de stockage existant est nettement supérieur au volume calculé d'où la capacité de réservoir existant est suffisante.

4.4.2 Calcul du réseau de distribution :

Le réseau de distribution projeté pour la commune d'EL MARSA sera de type mixte et tient compte des extensions prévus dans le plan d'aménagement et ce jusqu'à long terme (2040).

4.4.2.2 Détermination des débits de calcul :

4.4.2.2.1 Débit de route :

Les débits de route sont les débits distribués par les canalisations de distribution suivant leur longueur, pour les déterminer, nous considérons la relation suivante :

$$Q_{cons} = \Sigma Q_r + \Sigma Q_{conc}$$

Avec : Q_{cons} : débit consommé.

ΣQ_{conc} : somme des débits concentrés.

ΣQ_r : somme débits de route.

Nous déduisons alors :

$$Q_r = Q_{cons} - \Sigma Q_{conc}$$

Dans notre cas ΣQ_{conc} est nulle, donc $\Sigma Q_r = Q_{cons}$

Après détermination de la somme des longueurs des canalisations du réseau assurant le service en route, nous calculons le débit spécifique qs .

$$qs = \frac{Q_r}{\Sigma L_i}$$

Avec : L_i : la somme des longueurs de tous les tronçons.

Nous avons :

la longueur totale de tout le réseau $L = 12936,50$ m

Le débit total = 59,66 l/s

Donc : $qs = \frac{59,66}{12936,50} = 0,00461276$ l/sm

Le débit spécifique par un mètre = 0,00461276 l/s.m

4.4.2.2.2 Calcul des débits aux nœuds :

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite.

Les débits nodaux du réseau de distribution d'EL MARSА sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 2.2 : Les débits aux nœuds .

| N° du nœud | N° Trançon | Longueur (m) | qs (l/s.m) | Q trançon (l/s) | Q au nœud | N° du nœud | N° Trançon | Longueur (m) | qs (l/s.m) | Q trançon (l/s) | Q au nœud | |
|------------|------------|--------------|------------|-----------------|-----------|------------|------------|--------------|------------|-----------------|-----------|------|
| A | A-R500 | 306 | 0.00461276 | 1.41 | 1.03 | AQ | AQ AG | 178.5 | 0.00461276 | 0.82 | 0.92 | |
| | A-H | 26.5 | 0.00461276 | 0.12 | | | AQ 69 | 33.5 | 0.00461276 | 0.15 | | |
| | A-B | 112.5 | 0.00461276 | 0.52 | | | AQ AP | 141 | 0.00461276 | 0.65 | | |
| B | B-A | 112.5 | 0.00461276 | 0.52 | 0.97 | 69 | AQ AR | 45.5 | 0.00461276 | 0.21 | 0.28 | |
| | B-C | 165 | 0.00461276 | 0.76 | | | 69 AQ | 33.5 | 0.00461276 | 0.15 | | |
| | B 1 | 144.5 | 0.00461276 | 0.67 | | | 69 71 | 36.5 | 0.00461276 | 0.17 | | |
| 1 | 1 B | 144.5 | 0.00461276 | 0.67 | 0.33 | | 69 70 | 52.5 | 0.00461276 | 0.24 | | |
| C | C B | 165 | 0.00461276 | 0.76 | 1.52 | 70 | 70 69 | 52.5 | 0.00461276 | 0.24 | 0.12 | |
| | C 2 | 119 | 0.00461276 | 0.55 | | 71 | 71 69 | 36.5 | 0.00461276 | 0.17 | 0.40 | |
| | C O | 108 | 0.00461276 | 0.50 | | 72 | 71 73 | 71 | 0.00461276 | 0.33 | 0.15 | |
| | C D | 98.5 | 0.00461276 | 0.45 | | | 71 72 | 66 | 0.00461276 | 0.30 | | |
| | C 19 | 167 | 0.00461276 | 0.77 | | | 72 71 | 66 | 0.00461276 | 0.30 | | |
| 19 | 19 C | 167 | 0.00461276 | 0.77 | 0.39 | 73 | 73 71 | 71 | 0.00461276 | 0.33 | 0.16 | |
| 2 | 2 C | 119 | 0.00461276 | 0.55 | 0.27 | O | O C | 108 | 0.00461276 | 0.50 | 0.90 | |
| D | D C | 98.5 | 0.00461276 | 0.45 | 0.32 | | O P | 42 | 0.00461276 | 0.19 | | |
| | D 20 | 14 | 0.00461276 | 0.06 | | | O T | 239.5 | 0.00461276 | 1.10 | | |
| | D E | 28 | 0.00461276 | 0.13 | | P | P O | 42 | 0.00461276 | 0.19 | 0.58 | |
| 20 D | 14 | 0.00461276 | 0.06 | 30 | P 30 | | 108 | 0.00461276 | 0.50 | | | |
| 20 21 | 48 | 0.00461276 | 0.22 | | P Q | | 102.5 | 0.00461276 | 0.47 | | | |
| 20 22 | 100 | 0.00461276 | 0.46 | | 0.37 | 30 P | 108 | 0.00461276 | 0.50 | 0.43 | | |
| 22 | 22 20 | 100 | 0.00461276 | 0.46 | 0.23 | 30 32 | 45.5 | 0.00461276 | 0.21 | | | |
| 21 | 21 20 | 48 | 0.00461276 | 0.22 | 0.11 | 30 31 | 34 | 0.00461276 | 0.16 | | | |
| E | E D | 28 | 0.00461276 | 0.13 | 0.63 | 31 | 31 30 | 34 | 0.00461276 | 0.16 | 0.08 | |
| | E 7 | 39.5 | 0.00461276 | 0.18 | | T | 32 | 32 30 | 45.5 | 0.00461276 | 0.21 | 0.10 |
| | E I | 133.5 | 0.00461276 | 0.62 | | | T O | 239.5 | 0.00461276 | 1.10 | 0.98 | |
| | E F | 70 | 0.00461276 | 0.32 | | | T Y | 77 | 0.00461276 | 0.36 | | |
| 7 | 7 E | 39.5 | 0.00461276 | 0.18 | 0.43 | U | T U | 107.5 | 0.00461276 | 0.50 | | |
| | 7 9 | 99 | 0.00461276 | 0.46 | | | U T | 107.5 | 0.00461276 | 0.50 | 0.49 | |
| | 7 8 | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | | | U V | 58 | 0.00461276 | 0.27 | | |
| 8 | 8 7 | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | 0.11 | U 23 | 48 | 0.00461276 | 0.22 | | | |
| 9 | 9 7 | 99 | 0.00461276 | 0.46 | 0.23 | 23 | 23 U | 48 | 0.00461276 | 0.22 | 0.11 | |
| I | I E | 133.5 | 0.00461276 | 0.62 | 0.76 | V | V U | 58 | 0.00461276 | 0.27 | 0.87 | |
| | I 10 | 134 | 0.00461276 | 0.62 | | | V W | 92 | 0.00461276 | 0.42 | | |
| | I J | 60.5 | 0.00461276 | 0.28 | | | V 42 | 103.5 | 0.00461276 | 0.48 | | |
| J I | 60.5 | 0.00461276 | 0.28 | V 24 | 124.5 | | 0.00461276 | 0.57 | | | | |
| J | J K | 114 | 0.00461276 | 0.53 | 1.24 | 24 | 24 V | 124.5 | 0.00461276 | 0.57 | 0.29 | |
| | J 13 | 255 | 0.00461276 | 1.18 | | 42 | 42 V | 103.5 | 0.00461276 | 0.48 | 0.24 | |
| | J S | 106.5 | 0.00461276 | 0.49 | | W | W V | 92 | 0.00461276 | 0.42 | 0.66 | |
| 13 | 13 J | 255 | 0.00461276 | 1.18 | 0.59 | | W X | 35.5 | 0.00461276 | 0.16 | | |
| 10 | 10 I | 134 | 0.00461276 | 0.62 | 0.48 | | W 39 | 157.5 | 0.00461276 | 0.73 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------------|------|------|--|------|-------|------------|------------|------|------|
| | 10 11 | 36.5 | 0.00461276 | 0.17 | | | 39 | 39 W | 157.5 | 0.00461276 | 0.73 | 0.73 |
| | 10 12 | 36 | 0.00461276 | 0.17 | | | | 39 41 | 84 | 0.00461276 | 0.39 | |
| 11 | 11 10 | 36.5 | 0.00461276 | 0.17 | 0.08 | | | 39 40 | 77 | 0.00461276 | 0.36 | |
| 12 | 12 10 | 36 | 0.00461276 | 0.17 | 0.08 | | 40 | 40 39 | 77 | 0.00461276 | 0.36 | 0.18 |
| H | H A | 26.5 | 0.00461276 | 0.12 | 0.51 | | 41 | 41 39 | 84 | 0.00461276 | 0.39 | 0.19 |
| | H 4 | 135.5 | 0.00461276 | 0.63 | | | X | X W | 35.5 | 0.00461276 | 0.16 | 1.36 |
| | H G | 59.5 | 0.00461276 | 0.27 | | | | X 38 | 95 | 0.00461276 | 0.44 | |
| 4 | 4 H | 135.5 | 0.00461276 | 0.63 | 0.59 | | | X S | 199.5 | 0.00461276 | 0.92 | |
| | 4 6 | 44.5 | 0.00461276 | 0.21 | | | X AB | 259.5 | 0.00461276 | 1.20 | | |
| | 4 5 | 77 | 0.00461276 | 0.36 | | | 38 | 38 X | 95 | 0.00461276 | 0.44 | 0.22 |
| 5 | 5 4 | 77 | 0.00461276 | 0.36 | 0.18 | | Y | Y T | 77 | 0.00461276 | 0.36 | 0.40 |
| 6 | 6 4 | 44.5 | 0.00461276 | 0.21 | 0.10 | | | Y Z | 81 | 0.00461276 | 0.37 | |
| G | G H | 59.5 | 0.00461276 | 0.27 | 1.20 | | | Y 33 | 16.5 | 0.00461276 | 0.08 | |
| | G 3 | 227.5 | 0.00461276 | 1.05 | | | 33 | 33 Y | 16.5 | 0.00461276 | 0.08 | 0.37 |
| | G F | 234 | 0.00461276 | 1.08 | | | | 33 34 | 55 | 0.00461276 | 0.25 | |
| 3 | 3 G | 227.5 | 0.00461276 | 1.05 | 0.52 | | | 33 35 | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | |
| F | FG | 234 | 0.00461276 | 1.08 | 1.15 | | 34 | 34 33 | 55 | 0.00461276 | 0.25 | 0.13 |
| | FN | 196.5 | 0.00461276 | 0.91 | | | 35 | 35 33 | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | 0.20 |
| | FE | 70 | 0.00461276 | 0.32 | | | Z | Z Y | 81 | 0.00461276 | 0.37 | 0.67 |
| N | N 18 | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | 0.77 | | | Z 36 | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | |
| | N F | 196.5 | 0.00461276 | 0.91 | | | | Z AB | 139 | 0.00461276 | 0.64 | |
| | N M | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | | | 36 | 36 Z | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | 0.16 |
| 18 | 18 N | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | 0.11 | | AB | AB Z | 139 | 0.00461276 | 0.64 | 1.11 |
| M | M N | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | 0.52 | | | AB 37 | 81 | 0.00461276 | 0.37 | |
| | M 17 | 74.5 | 0.00461276 | 0.34 | | | | AB X | 259.5 | 0.00461276 | 1.20 | |
| | M L | 63.5 | 0.00461276 | 0.29 | | | 37 | 37 AB | 81 | 0.00461276 | 0.37 | 0.19 |
| 17 | 17 M | 74.5 | 0.00461276 | 0.34 | 0.17 | | Q | Q P | 102.5 | 0.00461276 | 0.47 | 0.69 |
| L | L M | 63.5 | 0.00461276 | 0.29 | 0.77 | | | Q R | 66.5 | 0.00461276 | 0.31 | |
| | L AC | 127.5 | 0.00461276 | 0.59 | | | | Q 29 | 128.5 | 0.00461276 | 0.59 | |
| | L K | 141 | 0.00461276 | 0.65 | | | 29 | 29 Q | 128.5 | 0.00461276 | 0.59 | 0.30 |
| K | K L | 141 | 0.00461276 | 0.65 | 0.62 | | R | R Q | 66.5 | 0.00461276 | 0.31 | 0.39 |
| | K 14 | 12.5 | 0.00461276 | 0.06 | | | | R 26 | 72.5 | 0.00461276 | 0.33 | |
| | K J | 114 | 0.00461276 | 0.53 | | | | R S | 31.5 | 0.00461276 | 0.15 | |
| 14 | 14 K | 12.5 | 0.00461276 | 0.06 | 0.56 | | S | S R | 31.5 | 0.00461276 | 0.15 | 0.78 |
| | 14 15 | 141.5 | 0.00461276 | 0.65 | | | | S J | 106.5 | 0.00461276 | 0.49 | |
| | 14 16 | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | | | | S X | 199.5 | 0.00461276 | 0.92 | |
| 16 | 16 14 | 88.5 | 0.00461276 | 0.41 | 0.20 | | 26 | 26 R | 72.5 | 0.00461276 | 0.33 | 0.36 |
| 15 | 15 14 | 141.5 | 0.00461276 | 0.65 | 0.33 | | | 26 27 | 60 | 0.00461276 | 0.28 | |
| AC | AC L | 127.5 | 0.00461276 | 0.59 | 0.89 | | | 26 28 | 24 | 0.00461276 | 0.11 | |
| | AC AD | 159.5 | 0.00461276 | 0.74 | | | 27 | 27 26 | 60 | 0.00461276 | 0.28 | 0.14 |
| | AC AI | 98.5 | 0.00461276 | 0.45 | | | 28 | 28 26 | 24 | 0.00461276 | 0.11 | 0.06 |
| AD | AD AC | 159.5 | 0.00461276 | 0.74 | 0.65 | | 61 | 61 59 | 23 | 0.00461276 | 0.11 | 0.68 |
| | AD AE | 95 | 0.00461276 | 0.44 | | | | 61 62 | 152.5 | 0.00461276 | 0.70 | |
| | AD 43 | 28 | 0.00461276 | 0.13 | | | | 61 63 | 118.5 | 0.00461276 | 0.55 | |
| 43 | 43 AD | 28 | 0.00461276 | 0.13 | 0.59 | | 62 | 62 61 | 152.5 | 0.00461276 | 0.70 | 0.35 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------------|------|------|-------|-------|------------|------------|------------|------|------|
| | 43 44 | 103 | 0.00461276 | 0.48 | | | 63 | 63 61 | 118.5 | 0.00461276 | 0.55 | 0.27 |
| | 43 45 | 123 | 0.00461276 | 0.57 | | | AO | AO AN | 218.5 | 0.00461276 | 1.01 | 2.38 |
| 44 | 44 43 | 103 | 0.00461276 | 0.48 | 0.24 | AO AP | | 94 | 0.00461276 | 0.43 | | |
| 45 | 45 43 | 123 | 0.00461276 | 0.57 | 0.28 | AO 65 | | 719 | 0.00461276 | 3.32 | | |
| AE | AE AD | 95 | 0.00461276 | 0.44 | 0.60 | AP | AP AO | 94 | 0.00461276 | 0.43 | 0.72 | |
| | AE AN | 123 | 0.00461276 | 0.57 | | | AP AQ | 141 | 0.00461276 | 0.65 | | |
| | AE AF | 42 | 0.00461276 | 0.19 | | | AP 68 | 77 | 0.00461276 | 0.36 | | |
| AF | AF AE | 42 | 0.00461276 | 0.19 | 0.44 | 65 | 65 AO | 719 | 0.00461276 | 3.32 | 2.63 | |
| | AF 77 | 51.5 | 0.00461276 | 0.24 | | | 65 66 | 223.5 | 0.00461276 | 1.03 | | |
| | AF AG | 97 | 0.00461276 | 0.45 | | | 65 67 | 199 | 0.00461276 | 0.92 | | |
| 77 | 77 AF | 51.5 | 0.00461276 | 0.24 | 0.51 | 66 | 66 65 | 223.5 | 0.00461276 | 1.03 | 0.52 | |
| | 77 79 | 142.5 | 0.00461276 | 0.66 | | 67 | 67 65 | 199 | 0.00461276 | 0.92 | 0.46 | |
| | 77 78 | 29 | 0.00461276 | 0.13 | | 68 | 68 AP | 77 | 0.00461276 | 0.36 | 0.18 | |
| 78 | 78 77 | 29 | 0.00461276 | 0.13 | 0.07 | AK | AK AJ | 32 | 0.00461276 | 0.15 | 1.34 | |
| 79 | 79 77 | 142.5 | 0.00461276 | 0.66 | 0.33 | | AK AT | 191 | 0.00461276 | 0.88 | | |
| AN | AN AE | 123 | 0.00461276 | 0.57 | 1.11 | | AK AL | 357.5 | 0.00461276 | 1.65 | | |
| | AN 64 | 117 | 0.00461276 | 0.54 | | AL | AL AK | 357.5 | 0.00461276 | 1.65 | 1.34 | |
| | AN 59 | 23 | 0.00461276 | 0.11 | | | AL AM | 75 | 0.00461276 | 0.35 | | |
| | AN AO | 218.5 | 0.00461276 | 1.01 | | | AL 48 | 92.5 | 0.00461276 | 0.43 | | |
| 64 | 64 AN | 117 | 0.00461276 | 0.54 | 0.27 | | AL 49 | 58 | 0.00461276 | 0.27 | | |
| 59 | 59 AN | 23 | 0.00461276 | 0.11 | 0.32 | 48 | 48 AL | 92.5 | 0.00461276 | 0.43 | 0.21 | |
| | 59 60 | 94 | 0.00461276 | 0.43 | | 49 | 49 AL | 58 | 0.00461276 | 0.27 | 0.13 | |
| | 59 61 | 23 | 0.00461276 | 0.11 | | AR | AR AQ | 45.5 | 0.00461276 | 0.21 | 0.89 | |
| 60 | 60 59 | 94 | 0.00461276 | 0.43 | 0.22 | | AR 80 | 137.5 | 0.00461276 | 0.63 | | |
| AI | AI AC | 98.5 | 0.00461276 | 0.45 | 0.51 | | AR 81 | 132.5 | 0.00461276 | 0.61 | | |
| | AI AH | 102 | 0.00461276 | 0.47 | | | AR AS | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | | 0.32 |
| | AI AM | 22 | 0.00461276 | 0.10 | | 80 | 80 AR | 137.5 | 0.00461276 | 0.63 | | |
| AM | AM AI | 22 | 0.00461276 | 0.10 | 0.51 | 81 | 81 AR | 132.5 | 0.00461276 | 0.61 | 0.56 | |
| | AM 50 | 99 | 0.00461276 | 0.46 | | 81 82 | 42.4 | 0.00461276 | 0.20 | | | |
| | AM 51 | 24 | 0.00461276 | 0.11 | | 81 83 | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | | | |
| | AM AL | 75 | 0.00461276 | 0.35 | | 82 | 82 81 | 42.5 | 0.00461276 | 0.20 | | 0.10 |
| 50 | 50 AM | 99 | 0.00461276 | 0.46 | 0.23 | 83 | 83 81 | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | 0.16 | |
| 51 | 51 AM | 24 | 0.00461276 | 0.11 | 0.46 | AS | AS AR | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | 0.54 | |
| | 51 52 | 94 | 0.00461276 | 0.43 | | | AS 85 | 87 | 0.00461276 | 0.40 | | |
| | 51 53 | 81 | 0.00461276 | 0.37 | | | AS 84 | 40.5 | 0.00461276 | 0.19 | | |
| 52 | 52 51 | 94 | 0.00461276 | 0.43 | 0.22 | | AS AT | 39 | 0.00461276 | 0.18 | | |
| 53 | 53 51 | 81 | 0.00461276 | 0.37 | 0.32 | 84 | 84 AS | 40.5 | 0.00461276 | 0.19 | 0.09 | |
| | 53 54 | 29 | 0.00461276 | 0.13 | | 86 | 86 85 | 62.5 | 0.00461276 | 0.29 | 0.14 | |
| | 53 55 | 27.5 | 0.00461276 | 0.13 | | 87 | 87 85 | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | 0.11 | |
| 54 | 54 53 | 29 | 0.00461276 | 0.13 | 0.07 | 88 | 88 AT | 53.5 | 0.00461276 | 0.25 | 0.12 | |
| 55 | 55 53 | 27.5 | 0.00461276 | 0.13 | 0.24 | 85 | 85 AS | 87 | 0.00461276 | 0.40 | 0.46 | |
| | 55 56 | 23 | 0.00461276 | 0.11 | | | 85 86 | 62.5 | 0.00461276 | 0.29 | | |
| | 55 57 | 51.5 | 0.00461276 | 0.24 | | | 85 87 | 48.5 | 0.00461276 | 0.22 | | |
| 56 | 56 55 | 23 | 0.00461276 | 0.11 | 0.05 | | AT 88 | 53.5 | 0.00461276 | 0.25 | | |
| 57 | 57 55 | 51.5 | 0.00461276 | 0.24 | 0.12 | AT | AT AS | 39 | 0.00461276 | 0.18 | 0.65 | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------------|------|------|----|-------|-------|------------|------|------|
| AH | AH AI | 102 | 0.00461276 | 0.47 | 0.98 | | AT AK | 191 | 0.00461276 | 0.88 | |
| | AH AG | 120 | 0.00461276 | 0.55 | | AJ | AJ AG | 120.5 | 0.00461276 | 0.56 | 0.87 |
| | AH 46 | 44.5 | 0.00461276 | 0.21 | | | AJ AK | 32 | 0.00461276 | 0.15 | |
| | AH 58 | 158 | 0.00461276 | 0.73 | | | AJ 89 | 113.5 | 0.00461276 | 0.52 | |
| 58 | 58 AH | 158 | 0.00461276 | 0.73 | 0.36 | | AJ 47 | 110 | 0.00461276 | 0.51 | |
| 46 | 46 AH | 44.5 | 0.00461276 | 0.21 | 0.10 | 47 | 47 AJ | 110 | 0.00461276 | 0.51 | 0.25 |
| AG | AG AH | 120 | 0.00461276 | 0.55 | 1.41 | 89 | 89 AJ | 112.5 | 0.00461276 | 0.52 | 0.26 |
| | AG 74 | 96 | 0.00461276 | 0.44 | | 74 | 74AG | 96 | 0.00461276 | 0.44 | 0.46 |
| | AG AQ | 178.5 | 0.00461276 | 0.82 | | | 74 76 | 34 | 0.00461276 | 0.16 | |
| | AG AF | 97 | 0.00461276 | 0.45 | | | 74 75 | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | |
| | AG AJ | 120.5 | 0.00461276 | 0.56 | | 75 | 75 74 | 68.5 | 0.00461276 | 0.32 | 0.16 |
| | | | | | | 76 | 76 74 | 34 | 0.00461276 | 0.16 | 0.08 |

4.4.2.3 Résultat de calcul des pressions :

Tableau 3.3 : tableau des pressions aux nœuds

| Nœud | Débit (l/s) | pression (m.c.e) | Nœud | Débit (l/s) | pression (m.c.e) | Nœud | Débit (l/s) | pression (m.c.e) |
|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|
| A | 1.3 | 33.21 | 34 | 0.49 | 58 | 62 | 0.54 | 48.94 |
| B | 0.6 | 41.36 | 35 | 0.54 | 57.99 | 63 | 0.49 | 50.78 |
| H | 0.39 | 33.32 | AD | 0.94 | 65.66 | AO | 1.92 | -143.28 |
| C | 1.43 | 53.72 | 43 | 0.8 | 63.56 | AP | 0.89 | -137.85 |
| 4 | 0.8 | 40.65 | 44 | 0.96 | 59.9 | 65 | 1.99 | -148.24 |
| 6 | 1.2 | 43.59 | 45 | 0.69 | 59.39 | 66 | 0.75 | -148.09 |
| 2 | 0.49 | 43.82 | AE | 0.91 | 63.66 | 67 | 0.71 | -146.05 |
| G | 1.2 | 36.42 | AF | 0.33 | 59.69 | 68 | 0.52 | -137.86 |
| 3 | 0.76 | 49.72 | 77 | 0.75 | 57.32 | 70 | 0.38 | -129.46 |
| F | 0.99 | 48.52 | 79 | 0.62 | 57.12 | 46 | 0.37 | 59.34 |
| N | 0.82 | 60.46 | AN | 1.16 | 60.36 | 58 | 0.55 | 47.87 |
| 18 | 0.28 | 62.65 | 64 | 0.48 | 60.76 | 78 | 0.55 | 57.84 |
| D | 0.56 | 54.46 | 59 | 0.62 | 62.77 | AJ | 0.99 | -129.73 |
| 21 | 0.56 | 60.09 | 60 | 0.55 | 59.22 | 47 | 0.47 | -132.01 |
| E | 0.73 | 55.46 | AI | 0.67 | 56.72 | 89 | 0.58 | -128.92 |
| 9 | 0.48 | 59.9 | AM | 0.85 | 53.04 | AK | 1.92 | -190.52 |
| I | 0.60 | 70.68 | 50 | 0.46 | 52.41 | AL | 1.39 | -175.4 |
| 10 | 0.48 | 68 | 52 | 0.45 | 48.15 | 49 | 0.39 | -177.38 |
| 7 | 0.50 | 55.75 | 51 | 0.71 | 48.46 | 48 | 0.44 | -182.32 |
| 20 | 0.65 | 55.62 | 53 | 0.62 | 43.64 | AR | 0.36 | -217.5 |
| 11 | 0.23 | 63.35 | 54 | 0.35 | 44.5 | 80 | 0.52 | -218.6 |
| 12 | 0.23 | 71.35 | 55 | 0.46 | 42.42 | AS | 0.77 | -224.47 |
| M | 0.67 | 62.8 | 56 | 0.44 | 41.07 | 84 | 0.76 | -228.77 |
| 17 | 0.43 | 63.1 | 57 | 0.38 | 43.09 | AT | 0.85 | -209.18 |
| L | 0.67 | 66.24 | AH | 0.97 | 52.15 | 88 | 0.38 | -211.87 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|----|------|---------|----|------|---------|
| K | 0.67 | 66.46 | AG | 1.26 | 53.91 | 85 | 0.71 | -256.89 |
| 14 | 0.78 | 66.04 | 74 | 0.71 | 55.41 | 87 | 0.38 | -255.47 |
| 15 | 0.65 | 65.28 | 76 | 0.35 | 56.03 | 86 | 0.31 | -255.66 |
| AC | 0.87 | 68.66 | 75 | 0.41 | 54.88 | 81 | 0.78 | -222.76 |
| O | 0.95 | 63.16 | AQ | 0.93 | -130.79 | 82 | 0.37 | -241.41 |
| P | 0.8 | 66.36 | 69 | 0.49 | -128.17 | 83 | 0.41 | -222.24 |
| 30 | 0.69 | 62.97 | 71 | 0.57 | -127.46 | 24 | 0.32 | 63.16 |
| 31 | 0.47 | 63.1 | 72 | 0.31 | -128.28 | 61 | 0.76 | 48.07 |
| 32 | 0.37 | 58.92 | 73 | 0.41 | -125.67 | S | 0.83 | 71.41 |
| T | 0.87 | 55.32 | 16 | 0.44 | 70.69 | 1 | 0.53 | 54.8 |
| U | 0.74 | 61.31 | J | 1.24 | 77.24 | 5 | 0.42 | 40.63 |
| 23 | 0.48 | 57.13 | Q | 0.87 | 70.82 | 19 | 0.56 | 67.44 |
| V | 0.69 | 62.58 | 29 | 0.42 | 69.02 | 22 | 0.46 | 77.35 |
| 42 | 0.56 | 59.54 | R | 0.67 | 70.9 | 8 | 0.38 | 61.4 |
| W | 0.85 | 60.26 | 26 | 0.65 | 69.33 | 13 | 0.34 | 91.14 |
| 39 | 0.35 | 54.47 | 28 | 0.34 | 67.48 | 40 | 0.42 | 54.95 |
| 41 | 0.43 | 51.71 | 27 | 0.39 | 68.76 | 37 | 0.43 | 60.83 |
| X | 0.53 | 62.48 | Z | 0.85 | 52.79 | 33 | 0.55 | 57.52 |
| 38 | 0.55 | 60.82 | 36 | 0.51 | 54.05 | AB | 0.95 | 59.25 |
| Y | 0.67 | 55.57 | | | | | | |

4.4.2.4 Résultat de calcul des vitesses :

Tableau 3.4 : Tableau des vitesses dans les tronçons.

| Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) | Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) | Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m/s) |
|---------|---------------|-----------------|---------------|---------|---------------|-----------------|---------------|---------|---------------|-----------------|---------------|
| A H | 160 | 0.12 | 0.01 | 33 34 | 32 | 0.5 | 0.62 | 7 8 | 20 | 0.35 | 1.11 |
| A B | 200 | 0.52 | 0.02 | 33 35 | 32 | 0.49 | 0.61 | K J | 25 | 0.56 | 1.14 |
| B C | 200 | 0.76 | 0.02 | Y Z | 40 | 0.47 | 0.37 | J 13 | 40 | 0.9 | 0.72 |
| C D | 160 | 0.54 | 0.03 | Z 36 | 32 | 0.43 | 0.53 | J S | 25 | 0.54 | 1.10 |
| C O | 125 | 0.58 | 0.05 | Z AB | 32 | 0.66 | 0.82 | S X | 32 | 0.83 | 1.03 |
| D 20 | 32 | 0.27 | 0.34 | AB 37 | 32 | 0.67 | 0.83 | X AB | 40 | 0.92 | 0.73 |
| 20 21 | 32 | 0.38 | 0.47 | ACAD | 110 | 0.72 | 0.08 | 39 40 | 20 | 0.44 | 1.40 |
| D E | 160 | 0.31 | 0.02 | AD 43 | 40 | 0.29 | 0.23 | V 24 | 25 | 0.59 | 1.20 |
| E 7 | 32 | 0.35 | 0.44 | 43 44 | 32 | 0.54 | 0.67 | 59 61 | 20 | 0.27 | 0.86 |
| 7 9 | 32 | 0.55 | 0.68 | 43 45 | 32 | 0.69 | 0.86 | 61 62 | 32 | 0.68 | 0.85 |
| E I | 110 | 0.66 | 0.07 | ADAE | 90 | 0.51 | 0.08 | 61 63 | 25 | 0.57 | 1.16 |
| I 10 | 40 | 0.66 | 0.53 | AE AF | 32 | 0.34 | 0.42 | ANAO | 32 | 0.89 | 1.11 |
| 10 11 | 32 | 0.34 | 0.42 | AF 77 | 40 | 0.27 | 0.21 | AO AP | 20 | 0.5 | 1.59 |
| 10 12 | 32 | 0.34 | 0.42 | 77 79 | 32 | 0.67 | 0.83 | AO 65 | 75 | 2.46 | 0.56 |
| H 4 | 40 | 0.67 | 0.53 | AEAN | 90 | 0.6 | 0.09 | 65 66 | 40 | 0.9 | 0.72 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|------|------|-------|-----|------|------|-------|----|------|------|
| 4 6 | 32 | 0.37 | 0.46 | AN 64 | 32 | 0.58 | 0.72 | 65 67 | 32 | 0.83 | 1.03 |
| C 2 | 32 | 0.61 | 0.76 | AN 59 | 32 | 0.28 | 0.35 | AP 68 | 20 | 0.44 | 1.40 |
| H G | 160 | 0.42 | 0.02 | 59 60 | 32 | 0.51 | 0.63 | 69 70 | 20 | 0.37 | 1.18 |
| G 3 | 40 | 0.97 | 0.77 | AI AH | 125 | 0.54 | 0.04 | AP AQ | 32 | 0.54 | 0.67 |
| G F | 160 | 0.99 | 0.05 | AHAG | 110 | 0.59 | 0.06 | AH 46 | 20 | 0.34 | 1.08 |
| F N | 160 | 0.87 | 0.04 | AG 74 | 32 | 0.52 | 0.65 | AH 58 | 32 | 0.7 | 0.87 |
| N 18 | 32 | 0.38 | 0.47 | 74 75 | 32 | 0.43 | 0.53 | AF AG | 25 | 0.51 | 1.04 |
| N M | 160 | 0.51 | 0.03 | 74 76 | 32 | 0.31 | 0.39 | 77 78 | 20 | 0.29 | 0.92 |
| M 17 | 32 | 0.47 | 0.58 | AGAQ | 32 | 0.79 | 0.98 | AG AJ | 25 | 0.58 | 1.18 |
| M L | 160 | 0.53 | 0.03 | AQ 69 | 40 | 0.31 | 0.25 | AJ 47 | 25 | 0.55 | 1.12 |
| L AC | 160 | 0.64 | 0.03 | 69 71 | 32 | 0.32 | 0.40 | AJ 89 | 25 | 0.56 | 1.14 |
| L K | 75 | 0.68 | 0.15 | 71 72 | 32 | 0.52 | 0.65 | AJ AK | 20 | 0.3 | 0.96 |
| K 14 | 40 | 0.46 | 0.37 | 71 73 | 32 | 0.53 | 0.66 | AMAL | 20 | 0.44 | 1.40 |
| 14 15 | 32 | 0.69 | 0.86 | AIAM | 90 | 0.27 | 0.04 | AL 49 | 20 | 0.38 | 1.21 |
| O P | 75 | 0.36 | 0.08 | AM 50 | 32 | 0.53 | 0.66 | AL 48 | 20 | 0.49 | 1.56 |
| P 30 | 32 | 0.58 | 0.72 | AM 51 | 32 | 0.28 | 0.35 | ALAK | 50 | 1.32 | 0.67 |
| 30 31 | 32 | 0.33 | 0.41 | 51 52 | 32 | 0.51 | 0.63 | AQAR | 20 | 0.34 | 1.08 |
| 30 32 | 32 | 0.37 | 0.46 | 51 53 | 32 | 0.57 | 0.71 | AR AS | 20 | 0.42 | 1.34 |
| O T | 90 | 0.99 | 0.16 | 53 54 | 32 | 0.3 | 0.37 | AS 84 | 20 | 0.33 | 1.05 |
| T U | 63 | 0.57 | 0.18 | 53 55 | 32 | 0.29 | 0.36 | AS AT | 20 | 0.32 | 1.02 |
| U 23 | 32 | 0.38 | 0.47 | 55 56 | 32 | 0.28 | 0.35 | ATAK | 32 | 0.8 | 1.00 |
| U V | 50 | 0.41 | 0.21 | 55 57 | 32 | 0.37 | 0.46 | AT 88 | 20 | 0.37 | 1.18 |
| V 42 | 32 | 0.56 | 0.70 | 14 16 | 32 | 0.49 | 0.61 | AS 85 | 32 | 0.47 | 0.58 |
| V W | 32 | 0.52 | 0.65 | I J | 110 | 0.4 | 0.04 | 85 86 | 20 | 0.4 | 1.27 |
| W 39 | 40 | 0.74 | 0.59 | P Q | 50 | 0.54 | 0.28 | 85 87 | 20 | 0.35 | 1.11 |
| 39 41 | 32 | 0.5 | 0.62 | Q 29 | 32 | 0.62 | 0.77 | AR 81 | 32 | 0.62 | 0.77 |
| W X | 32 | 0.34 | 0.42 | Q R | 40 | 0.42 | 0.33 | 81 82 | 20 | 0.33 | 1.05 |
| X 38 | 32 | 0.53 | 0.66 | R 26 | 32 | 0.44 | 0.55 | 81 83 | 20 | 0.42 | 1.34 |
| T Y | 63 | 0.47 | 0.15 | 26 27 | 32 | 0.4 | 0.50 | B 1 | 25 | 0.65 | 1.32 |
| Y 33 | 32 | 0.27 | 0.34 | 26 28 | 32 | 0.28 | 0.35 | 4 5 | 20 | 0.34 | 1.08 |
| C 19 | 25 | 0.73 | 1.49 | R S | 32 | 0.3 | 0.37 | 20 22 | 20 | 0.51 | 1.62 |
| E F | 20 | 0.42 | 1.34 | | | | | | | | |

4.4.3. Réhabilitation du réseau de distribution :

L'amélioration du réseau de distribution se fait par une seule variante celle du changement de diamètre pour avoir un débit maximum avec une pression au sol acceptable.

Pour déterminer les pressions dans chaque nœud il faut faire l'extensions du réseau pour couvrir tout l'agglomération.

Les diamètres sont déterminés en fonction des débits dans chaque tronçon, donc nous avons suivi le tableau N°4.5 (matériaux PEHD)

Tableau 4.5 : les diamètres en fonction des débits

| Q (l/s) | D (mm) | Q (l/s) | D (mm) |
|------------|-----------|------------|-----------|
| 0.4 | 25 | 9.9 | 125 |
| 0.7 | 32 | 12.4 | 140 |
| 1.1 | 40 | 16.1 | 160 |
| 1.6 | 50 | 30 | 200 |
| 2.5 | 63 | 39.3 | 250 |
| 3.6 | 75 | 62.4 | 315 |
| 5.1 | 90 | 100.5 | 400 |
| 7.6 | 110 | 157 | 500 |

Les tronçons ajoutés au réseau de distribution de la commune sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4.6 : les conduites ajoutées aux réseau dans les zones d'extension.

| Tronçons | Diamètres choisis (mm) | Diamètres finals (mm) | Tronçons | Diamètres choisis (mm) | Diamètres finals (mm) |
|----------|------------------------------|-----------------------------|----------|------------------------------|-----------------------------|
| B 1 | 32 | 32 | AM AL | 32 | 75 |
| 4 5 | 32 | 32 | AL 49 | 32 | 32 |
| C 19 | 32 | 32 | AL 48 | 32 | 32 |
| 20 22 | 32 | 32 | AL AK | 50 | 32 |
| E F | 32 | 32 | AQ AR | 32 | 125 |
| 7 8 | 32 | 32 | AR AS | 32 | 75 |
| K J | 32 | 32 | AS 84 | 32 | 32 |
| J 13 | 40 | 32 | AS AT | 32 | 50 |
| J S | 32 | 32 | AT AK | 32 | 75 |
| S X | 32 | 32 | AT 88 | 32 | 32 |
| X AB | 40 | 40 | AS 85 | 32 | 32 |
| 39 40 | 32 | 32 | 85 86 | 32 | 32 |
| V 24 | 32 | 32 | 85 87 | 32 | 32 |
| 59 61 | 32 | 32 | AR 81 | 32 | 75 |
| 61 62 | 32 | 32 | 81 82 | 32 | 32 |
| 61 63 | 32 | 32 | 81 83 | 32 | 32 |
| AN AO | 32 | 140 | AP AQ | 32 | 90 |
| AO AP | 32 | 90 | AH 46 | 32 | 32 |
| AO 65 | 75 | 63 | AH 58 | 32 | 32 |
| 65 66 | 40 | 40 | AF AG | 32 | 125 |
| 65 67 | 32 | 32 | 77 78 | 32 | 32 |

| | | | | | |
|-------|----|----|-------|----|-----|
| AP 68 | 32 | 32 | AG AJ | 32 | 110 |
| 69 70 | 32 | 32 | AJ 47 | 32 | 32 |
| AJ AK | 32 | 50 | AJ 89 | 32 | 32 |

Les diamètres choisis sont déterminés grâce aux tableaux précédent et les diamètres finals sont déterminés pour obtenir des pressions acceptables aux nœuds.

Pour obtenir des pressions acceptables dans tout le réseau il faut changer les diamètres de certains tronçons dans le réseau existant. les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4.7 : les conduite d'extension finale ajoutés au réseau

| Tronçons | Diamètres existants (mm) | Diamètres changés (mm) | Tronçons | Diamètres existants (mm) | Diamètres changés (mm) |
|----------|--------------------------|------------------------|----------|--------------------------|------------------------|
| A H | 160 | 90 | V W | 32 | 40 |
| A B | 200 | 75 | AD AE | 90 | 140 |
| B C | 200 | 90 | AE AF | 32 | 125 |
| C D | 160 | 50 | AF 77 | 40 | 25 |
| H 4 | 40 | 32 | AE AN | 90 | 140 |
| G 3 | 40 | 32 | AI AH | 125 | 90 |
| G F | 160 | 125 | AH AG | 110 | 90 |
| F N | 160 | 110 | AG AQ | 32 | 90 |
| N M | 160 | 110 | AQ 69 | 40 | 32 |
| M L | 160 | 110 | AI AM | 90 | 75 |
| L AC | 160 | 110 | AM 51 | 32 | 40 |
| L K | 75 | 40 | P Q | 50 | 32 |

Nous calculons le nouveau réseau de distribution avec les nouveaux diamètres, les résultats sont représentés dans les tableaux suivants :

4.4.3.1 Résultat de calcul des pressions :

Tableau 4.8 : tableau des pressions aux nœuds

| Nœud | Débit (l/s) | Pression (m.c.e) | Nœud | Débit (l/s) | Pression (m.c.e) | Nœud | Débit (l/s) | Pression (m.c.e) |
|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|
| A | 1.3 | 33.51 | 38 | 0.55 | 30.8 | R | 0.67 | 32.31 |
| B | 0.6 | 22.71 | Y | 0.67 | 26.8 | 26 | 0.65 | 30.74 |
| H | 0.39 | 31.65 | Z | 0.85 | 23.75 | 28 | 0.34 | 28.89 |
| C | 1.43 | 26.56 | 36 | 0.51 | 25.01 | 27 | 0.39 | 30.17 |
| 4 | 0.8 | 34.47 | AB | 0.95 | 29.34 | S | 0.83 | 33.81 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|----|------|-------|----|------|-------|
| 6 | 1.2 | 37.42 | 37 | 0.43 | 30.92 | 1 | 0.53 | 34.04 |
| 2 | 0.49 | 17.66 | 33 | 0.55 | 28.75 | 5 | 0.42 | 30.45 |
| G | 1.2 | 32.7 | 34 | 0.49 | 29.23 | 19 | 0.56 | 38.84 |
| 3 | 0.76 | 38.97 | 35 | 0.54 | 29.22 | 22 | 0.46 | 38.72 |
| F | 0.99 | 36.67 | AD | 0.94 | 30.09 | 8 | 0.38 | 21.8 |
| N | 0.82 | 38.33 | 43 | 0.8 | 28.99 | 13 | 0.34 | 38.65 |
| 18 | 0.28 | 38.23 | 44 | 0.96 | 25.34 | 40 | 0.42 | 23.64 |
| D | 0.56 | 16.86 | 45 | 0.69 | 24.82 | 24 | 0.32 | 30.54 |
| 21 | 0.56 | 21.83 | AE | 0.91 | 30.12 | 61 | 0.76 | 20.75 |
| E | 0.73 | 17.86 | AF | 0.33 | 27.42 | 62 | 0.54 | 21.62 |
| 9 | 0.48 | 22.29 | 77 | 0.75 | 20.18 | 63 | 0.49 | 23.46 |
| I | 0.60 | 33.11 | 79 | 0.62 | 13.89 | AO | 1.92 | 27.45 |
| 10 | 0.48 | 20.43 | AN | 1.16 | 27.96 | AP | 0.89 | 20.88 |
| 7 | 0.50 | 18.15 | 64 | 0.48 | 28.36 | 65 | 1.99 | 17.04 |
| 20 | 0.65 | 17.36 | 59 | 0.62 | 23.65 | 66 | 0.75 | 17.19 |
| 11 | 0.23 | 25.78 | 60 | 0.55 | 20.11 | 67 | 0.71 | 19.23 |
| 12 | 0.23 | 38.49 | AI | 0.67 | 21.99 | 68 | 0.52 | 20.87 |
| M | 0.67 | 36.26 | AM | 0.85 | 18.23 | 70 | 0.38 | 18.09 |
| 17 | 0.43 | 36.57 | 50 | 0.46 | 15.44 | 46 | 0.37 | 24.36 |
| L | 0.67 | 36.66 | 52 | 0.45 | 12.68 | 58 | 0.55 | 10.88 |
| K | 0.67 | 33.57 | 51 | 0.71 | 14.84 | 78 | 0.55 | 18.69 |
| 14 | 0.78 | 33.15 | 53 | 0.62 | 10.02 | AJ | 0.99 | 10.56 |
| 15 | 0.65 | 32.39 | 54 | 0.35 | 10.84 | 47 | 0.47 | 10.73 |
| AC | 0.87 | 33.77 | 55 | 0.46 | 10.8 | 89 | 0.58 | 10.37 |
| O | 0.95 | 34.99 | 56 | 0.44 | 10.46 | AK | 1.92 | 12.26 |
| P | 0.8 | 38.45 | 57 | 0.38 | 10.13 | AL | 1.39 | 16.12 |
| 30 | 0.69 | 34.91 | AH | 0.97 | 17.16 | 49 | 0.39 | 14.14 |
| 31 | 0.47 | 35.04 | AG | 1.26 | 19.25 | 48 | 0.44 | 10.21 |
| 32 | 0.37 | 30.86 | 74 | 0.71 | 16.49 | AR | 0.36 | 16.32 |
| T | 0.87 | 26.58 | 76 | 0.35 | 17.01 | 80 | 0.52 | 14.64 |
| U | 0.74 | 31.82 | 75 | 0.41 | 15.2 | AS | 0.77 | 10.63 |
| 23 | 0.48 | 27.65 | AQ | 0.93 | 17.76 | 84 | 0.76 | 10.45 |
| V | 0.69 | 31.95 | 69 | 0.49 | 19.39 | AT | 0.85 | 10.64 |
| 42 | 0.56 | 28.92 | 71 | 0.57 | 20.09 | 88 | 0.38 | 10.34 |
| W | 0.85 | 30.95 | 72 | 0.31 | 19.27 | 85 | 0.71 | 14.35 |
| 39 | 0.35 | 25.16 | 73 | 0.41 | 21.89 | 87 | 0.38 | 15.55 |
| 41 | 0.43 | 22.4 | 16 | 0.44 | 35.8 | 86 | 0.31 | 15.65 |
| X | 0.53 | 32.46 | J | 1.24 | 38.98 | 81 | 0.78 | 16 |
| Q | 0.87 | 30.44 | 82 | 0.37 | 17.73 | | | |
| 29 | 0.42 | 28.65 | 83 | 0.41 | 17.85 | | | |

Remarque :

Nous remarquons que tous les pressions sont acceptables et varient entre 10 mce et 40 mce.

4.4.3.2 Résultats de calcul des vitesses :

Tableau 4.9 : tableau des vitesses dans les tronçons

| Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m ² /s) |
|---------|---------------|-----------------|-----------------------------|
| A H | 90 | 0.12 | 0.019 |
| A B | 75 | 0.52 | 0.118 |
| B C | 90 | 0.76 | 0.120 |
| C D | 50 | 0.54 | 0.275 |
| C O | 125 | 0.58 | 0.047 |
| D 20 | 25 | 0.27 | 0.550 |
| 20 21 | 32 | 0.38 | 0.473 |
| D E | 160 | 0.31 | 0.015 |
| E 7 | 32 | 0.35 | 0.435 |
| 7 9 | 32 | 0.55 | 0.684 |
| E I | 110 | 0.66 | 0.069 |
| I 10 | 40 | 0.66 | 0.525 |
| 10 11 | 32 | 0.34 | 0.423 |
| 10 12 | 32 | 0.34 | 0.423 |
| H 4 | 32 | 0.67 | 0.833 |
| 4 6 | 32 | 0.37 | 0.460 |
| C 2 | 32 | 0.61 | 0.759 |
| H G | 160 | 0.42 | 0.021 |
| G 3 | 25 | 0.97 | 1.977 |
| G F | 125 | 0.99 | 0.081 |
| F N | 110 | 0.87 | 0.092 |
| N 18 | 20 | 0.38 | 1.210 |
| N M | 110 | 0.51 | 0.054 |
| M 17 | 32 | 0.47 | 0.585 |
| M L | 110 | 0.53 | 0.056 |
| L A C | 110 | 0.64 | 0.067 |
| L K | 40 | 0.68 | 0.541 |
| K 14 | 40 | 0.46 | 0.366 |
| 14 15 | 32 | 0.69 | 0.858 |
| O P | 75 | 0.36 | 0.082 |
| P 30 | 32 | 0.58 | 0.722 |
| 30 31 | 32 | 0.33 | 0.411 |
| 30 32 | 32 | 0.37 | 0.460 |
| O T | 90 | 0.99 | 0.156 |
| T U | 63 | 0.57 | 0.183 |
| U 23 | 32 | 0.38 | 0.473 |

| Tronçon | Diamètre (mm) | Q tronçon (l/s) | Vitesse (m ² /s) |
|---------|---------------|-----------------|-----------------------------|
| 33 35 | 32 | 0.49 | 0.610 |
| Y Z | 40 | 0.47 | 0.374 |
| Z 36 | 32 | 0.43 | 0.535 |
| Z A B | 32 | 0.66 | 0.821 |
| A B 37 | 32 | 0.67 | 0.833 |
| A C A D | 140 | 0.72 | 0.047 |
| A D 43 | 40 | 0.29 | 0.231 |
| 43 44 | 32 | 0.54 | 0.672 |
| 43 45 | 32 | 0.69 | 0.858 |
| A D A E | 140 | 0.51 | 0.033 |
| A E A F | 125 | 0.34 | 0.028 |
| A F 77 | 25 | 0.27 | 0.550 |
| 77 79 | 20 | 0.67 | 2.134 |
| A E A N | 140 | 0.6 | 0.039 |
| A N 64 | 32 | 0.58 | 0.722 |
| A N 59 | 25 | 0.28 | 0.571 |
| 59 60 | 32 | 0.51 | 0.634 |
| A I A H | 90 | 0.54 | 0.085 |
| A H A G | 90 | 0.59 | 0.093 |
| A G 74 | 25 | 0.52 | 1.060 |
| 74 75 | 20 | 0.43 | 1.369 |
| 74 76 | 20 | 0.31 | 0.987 |
| A G A Q | 90 | 0.79 | 0.124 |
| A Q 69 | 32 | 0.31 | 0.386 |
| 69 71 | 32 | 0.32 | 0.398 |
| 71 72 | 32 | 0.52 | 0.647 |
| 71 73 | 32 | 0.53 | 0.659 |
| A I A M | 75 | 0.27 | 0.061 |
| A M 50 | 20 | 0.53 | 1.688 |
| A M 51 | 40 | 0.28 | 0.223 |
| 51 52 | 20 | 0.51 | 1.624 |
| 51 53 | 32 | 0.57 | 0.709 |
| 53 54 | 20 | 0.3 | 0.955 |
| 53 55 | 32 | 0.29 | 0.361 |
| 55 56 | 32 | 0.28 | 0.348 |
| 55 57 | 20 | 0.37 | 1.178 |

| | | | |
|-------|-----|------|-------|
| U V | 50 | 0.41 | 0.209 |
| V 42 | 32 | 0.56 | 0.697 |
| V W | 40 | 0.52 | 0.414 |
| W 39 | 40 | 0.74 | 0.589 |
| 39 41 | 32 | 0.5 | 0.622 |
| W X | 32 | 0.34 | 0.423 |
| X 38 | 32 | 0.53 | 0.659 |
| T Y | 63 | 0.47 | 0.151 |
| Y 33 | 32 | 0.27 | 0.336 |
| 33 34 | 32 | 0.5 | 0.622 |
| 20 22 | 20 | 0.51 | 1.624 |
| E F | 20 | 0.42 | 1.338 |
| 7 8 | 20 | 0.35 | 1.115 |
| K J | 25 | 0.56 | 1.141 |
| J 13 | 20 | 0.9 | 2.866 |
| J S | 25 | 0.54 | 1.101 |
| S X | 32 | 0.83 | 1.033 |
| X AB | 40 | 0.92 | 0.732 |
| 39 40 | 20 | 0.44 | 1.401 |
| V 24 | 25 | 0.59 | 1.203 |
| 59 61 | 32 | 0.27 | 0.336 |
| 61 62 | 32 | 0.68 | 0.846 |
| 61 63 | 25 | 0.57 | 1.162 |
| AN AO | 140 | 0.89 | 0.058 |
| AO AP | 90 | 0.5 | 0.079 |
| AO 65 | 63 | 2.46 | 0.790 |
| 65 66 | 40 | 0.9 | 0.717 |
| 65 67 | 32 | 0.83 | 1.033 |
| AP 68 | 20 | 0.44 | 1.401 |
| 69 70 | 20 | 0.37 | 1.178 |
| AP AQ | 90 | 0.54 | 0.085 |
| AH 46 | 20 | 0.34 | 1.083 |
| AL 49 | 20 | 0.38 | 1.210 |

| | | | |
|-------|-----|------|-------|
| 14 16 | 32 | 0.49 | 0.610 |
| I J | 110 | 0.4 | 0.042 |
| P Q | 32 | 0.54 | 0.672 |
| Q 29 | 32 | 0.62 | 0.771 |
| Q R | 40 | 0.42 | 0.334 |
| R 26 | 32 | 0.44 | 0.547 |
| 26 27 | 32 | 0.4 | 0.498 |
| 26 28 | 32 | 0.28 | 0.348 |
| R S | 32 | 0.3 | 0.373 |
| B 1 | 25 | 0.65 | 1.325 |
| 4 5 | 20 | 0.34 | 1.083 |
| C 19 | 25 | 0.73 | 1.488 |
| AL AK | 32 | 1.32 | 1.642 |
| AQ AR | 125 | 0.34 | 0.028 |
| AR AS | 75 | 0.42 | 0.095 |
| AS 84 | 25 | 0.33 | 0.673 |
| AS AT | 50 | 0.32 | 0.163 |
| AT AK | 75 | 0.8 | 0.181 |
| AT 88 | 20 | 0.37 | 1.178 |
| AS 85 | 32 | 0.47 | 0.585 |
| 85 86 | 20 | 0.4 | 1.274 |
| 85 87 | 20 | 0.35 | 1.115 |
| AR 81 | 75 | 0.62 | 0.140 |
| 81 82 | 20 | 0.33 | 1.051 |
| 81 83 | 20 | 0.42 | 1.338 |
| AH 58 | 32 | 0.7 | 0.871 |
| AF AG | 125 | 0.51 | 0.042 |
| 77 78 | 20 | 0.29 | 0.924 |
| AG AJ | 110 | 0.58 | 0.061 |
| AJ 47 | 32 | 0.55 | 0.684 |
| AJ 89 | 25 | 0.56 | 1.141 |
| AJ AK | 50 | 0.3 | 0.153 |
| AM AL | 75 | 0.44 | 0.100 |

Remarque :

Nous remarquons que les vitesses dans les tronçons est un peut faible faibles malgré les pressions sont acceptables car le débit est faible.

Conclusion:

Le but de la réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la commune d'EL MARSA est pour assurer la quantité d'eau suffisante pour les habitations et des débits maximums avec des pressions au sol acceptables grâce à l'amélioration du système d'alimentation en eau potable, ainsi diminuer les couts énergétiques par l'utilisation des sources disponible dans la région.

CHPITRE -5-

PROTECTION DES CANALISATION

CHPITRE -5-

PROTECTION DES CANALISATION

5.1-Introduction :

L'objet de ce chapitre porte sur la protection du réseau d'alimentation en eau potable contre la corrosion et sur le phénomène du coup de bélier.

Toute canalisation posée en terre nécessite une protection contre la corrosion. Cependant la conduite qui est la plus facilement et la plus rapidement corrodable est celle en acier. Dans notre étude nous avons opté pour des conduites en fonte .

En plus de la corrosion, les conduites d'adduction sont soumises au phénomène du coup de bélier dont la brutalité est susceptible d'entraîner les ruptures de tuyaux.

Il est donc de toute première importance d'étudier les moyens propres à limiter ses effets.

5.2- Protection des canalisations contre la corrosion :

5.2.1 Définition de la corrosion : [2]

On appelle corrosion des métaux leurs destructions par le milieu ambiant sous l'effet de phénomène qui se produit à la surface de séparation métal, milieu ambiant et qui sont les plus souvent des réactions d'oxydation des métaux.

L'importance de processus de corrosion conduit à une destruction rapide des conduites par formation de cratères ou de couche rouille couteuse.

Les facteurs de la corrosion :

5.2.1.1 L'eau :

L'eau elle-même n'as pas un caractère corrosif par contre certains éléments qui peuvent lui confères ont des effets importants sur la corrosion.

5.2.1.2 Nature du sol :

La détermination de l'agressivité du terrain consiste à la mesure de sa résistivité électrique de par des propriétés chimique. Sa compacité son aération et son humidité ou dans l'association dans différents terrains.

5.2.1.3 PH :

Le PH de l'eau dépend de la teneur en gaz dissout tel que le CO₂ et le H₂S. On remarque dans la pratique si le PH de l'eau est inférieur à 10, elle a un effet corrosif vers l'acier donc pour diminuer la corrosion, on a intérêt à augmenter le PH de l'eau tout en veillant sur son oxydation.

5.2.1.4 Températures :

Les fortes variations de température entraînent l'accélération de corrosion on admet pour une variation de 30°C, le taux de corrosion est multiple de deux fois jusqu'à 3 fois.

5.2.1.5 Le métal :

L'acier dans notre cas qui étant couple dans un milieu de potentiel différents sera constamment attaqué si aucune protection ne sera envisagée.

5.2.2 La protection cathodique : [6]

5.2.2.1 Corrosion externe :

La corrosion de la paroi externe des conduites métalliques est due à des phénomènes métalliques présentés une pile électrique pour protéger la conduite. Il faut former une pile avec la conduite et un métal dont le potentiel est plus faible que celui de l'acier (Zn, Al, Mg) .

La conduite devra être enduite d'un revêtement de protection isolant par des bandes de tissu imprégnées d'un produit bitumineux ou synthétique.

5.2.2.2 Corrosion interne :

Les eaux minéralisées provoquent dans les conduites surtout si la vitesse est faible des dépôts dans la conduite d'où attaque locales du métal et perforation.

La présence de fer dans l'eau même à des doses inférieures à 0.1 mg/l peut également être la cause de perforation, en flocculant sous forme d'oxyde, il constitue des dépôts donc des piles très actives sous les quelles apparaît une diminution rapide d'épaisseur du métal de la conduite.

Pour protéger la conduite contre la corrosion, il faut :

- Eviter tous les entrées d'air ou dégagement gazeux.
- Faire un revêtement très soigné.
- Eviter les faibles vitesses.

Principe de la protection cathodique :

Présentation cathodique par soutirage du courant :

Elle consiste à partir d'une source électrique de courant continu (alternatif redressé) à relier la conduite à la borne négative et mettre une pièce métallique dans un milieu humide après l'avoir relié à la borne positive.

5.2.3 Protection par onde réactive : [4]

La protection est assurée lorsque le potentiel de la conduite est plus négatif que celui du milieu électrolyte en contact.

Cette protection consiste à relier de place la conduite à une plaque de métal très électro-négative de façon à former des piles ou la conduite joue un rôle de la cathode.

5.3- Le coup de bélier :

5.3.1 Présentation du problème : [9]

5.3.1.1 Définition :

Le coup de bélier est un phénomène transitoire oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- Arrêt brutal d'un ou de plusieurs groupes électropompes, alimentant une conduite de refoulement .
- démarrage d'une pompe.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement.

Les conduites de refoulement doivent toujours être examinées du point de vue protection contre les coups de bélier. Il en sera de même pour les conduites d'adduction dont le débit se trouve réglé à l'aval par un robinet vanne.

Les caractéristiques d'ouverture et de fermeture de ce robinet vanne sont connues.

5.3.1.2 Les risques dus aux coups de bélier :

En pratique les risques dus au coup de bélier sont importants :

❖ *Risque de forte pression :*

Les surpressions dues aux coups de bélier peuvent être engendrées au plus de la pression initiale si leur somme dépasse la pression maximale admissible de la conduite il peut y avoir fissuration de cette dernière.

❖ *Pression négative :*

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe si cette pression devient inférieure à -10 m.c.c il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être créées dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

❖ *Fatigues des conduites :*

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut provoquer la fatigue des conduites, ce phénomène est très compliqué dans le cas où les conduites sont enterrées.

5.3.2 Protection contre le coup de bélier : [9]

Les appareils anti bélier devront avoir pour effet :

- De limiter la dépression.
- De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

- Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
- Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection contre les surpressions.
- Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

❖ *Les volants d'inertie :*

Ils permettent l'arrêt progressif de la pompe en empêchant la rupture brutale du refoulement. Ils luttent contre les dépressions provoquées par l'arrêt du groupe.

❖ *Les soupapes de décharge :*

Elles n'interviennent que pour limiter les surpressions. Leur inconvénient c'est qu'elles engendrent des pertes considérables de volumes d'eau.

❖ *Les réservoirs d'air :*

Ils protègent les conduites à la fois contre les dépressions et les surpressions. Ce sont des réservoirs renfermant de l'air et une certaine hauteur d'eau.

Lorsque la conduite est le siège d'oscillations de pression, le volume occupé par l'air varié à l'intérieur du réservoir comme l'indique la figure suivant :

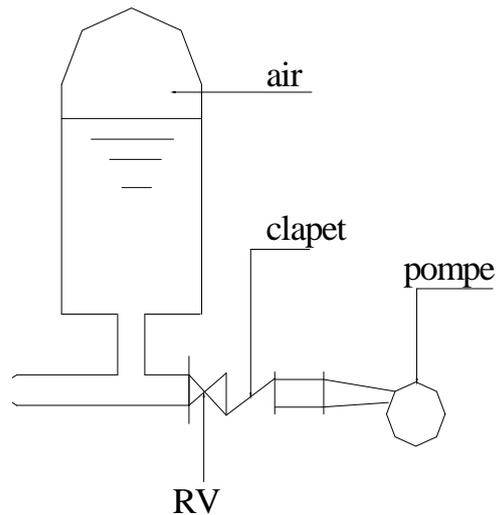


Figure N°5-1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti bélier

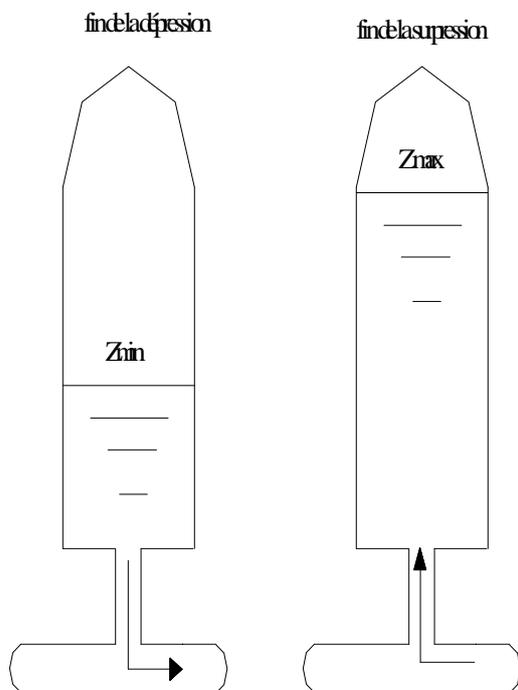


Figure N° : 5-2 : Variation du volume d'air au cours des phases de fonctionnement du réservoir

❖ *Les cheminées d'équilibre :*

Elles interviennent pour lutter à la fois contre les dépressions et les surpressions. Ce sont des réservoirs ouverts à l'air libre dont la cote dépasse la surpression maximale. Elles reçoivent l'eau en cas de surpression et la restituent en cas de dépression.

5.3.3 Analyse physique du phénomène du coup de bélier : [1]

Survient l'arrêt brusque ou instantané quatre phases peuvent être envisagées :

❖ *Phase 01 :*

Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse ou célérité désignée par a .

Si L est la distance entre la pompe et le réservoir, le temps mis par cette onde pour atteindre le réservoir est $(\frac{L}{a})$.

Au bout de ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.

❖ *Phase 02 :*

En raison de son élasticité, la conduite reprend progressivement son diamètre primitif, et l'eau revient dans la conduite au bout d'un nouveau temps $(\frac{L}{a})$ soit au total $(\frac{2L}{a})$ depuis l'origine du phénomène, toute l'eau est alors redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet anti-retour de la pompe.

❖ *Phase 03 :*

En raison de cet arrêt la première tranche en contact avec le clapet va se trouver comprimée entraînant une dilatation de la conduite. Au bout d'un nouveau temps $\frac{L}{a}$

c'est-à-dire à $\frac{3L}{a}$ depuis l'origine toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

❖ *Phase 04 :*

Grâce à son élasticité, la conduite reprend progressivement son diamètre initial à partir du réservoir en allant vers la pompe. Les tranches d'eau successives reprennent leurs dimensions initiales au bout d'un nouveau temps $(\frac{L}{a})$, c'est-à-dire à $(\frac{4L}{a})$ depuis l'origine.

5.3.4 les caractéristiques de la conduite de refoulement :

Tableau N° 5-2 : Les données de bases :

| Q (m ³ /s) | DN (mm) | V ₀ (m/s) | L _{ref} (m) | e (mm) | Hg (m) | Hmt (m) |
|-----------------------|---------|----------------------|----------------------|--------|--------|---------|
| 0,006 | 125 | 0,49 | 1800 | 4.8 | 70.43 | 84.4 |

5.3.4.1 Calcul de la célérité d'ondes :

Les ondes de dépression et de surpression, générées par le coup de bélier sont caractérisées par une vitesse de propagation (célérité), donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \quad (\text{m/s})$$

Où : D : diamètre intérieur de la conduite en (m).

e : épaisseur du tuyau en (m).

K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation.

Tableau N° 5-1 : Valeurs du coefficient K

| Matériau | K |
|----------------|-----|
| Acier | 0,5 |
| Fonte | 1 |
| Béton | 5 |
| Amiante ciment | 4 |
| PVC | 33 |

D'après le tableau on a: K=1

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 1 \cdot \frac{125}{4,8}}} = 1148,199 \text{ m/s}$$

5.3.4.2 Calcul la surpression et la dépression :

Les dépressions et les surpressions sous moyens de protection peuvent atteindre les valeurs maximales suivantes :

$$H_{\max} = \frac{aV_0}{g} = \frac{1148,199 \cdot 0,49}{9,81} = 57,35 \text{ m}$$

| |
|------------------------------|
| $H_{\max} = 57,35 \text{ m}$ |
|------------------------------|

5.3.4.2.1 La surpression :

$$H_s = H_g + H_{\max} = 70,43 + 57,35$$

$$H_s = 127.78 \text{ m}$$

5.3.4.2.2 La dépression:

$$H_d = H_g - H_{\max} = 70.43 - 57.35$$

$$H_d = 13.08 \text{ m}$$

Remarque :

Si la valeur de la dépression est inférieure à 1 bar il y aura un risque de cavitation, c'est à dire formation d'une poche d'air, qui peut engendrer des conséquences fatales.

Ce n'est pas le cas dans notre étude, la valeur de la dépression est bien supérieure à 1 bar

5.3.4.3 Calcul du volume de réservoir d'air :

Méthode de PEUCH et MEUNIER :

L'étude comparative faite par M. PEUCH et MEUNIER sur tous les abaques existants montre que tous les résultats sont compris dans une fourchette de 10%. Cette précision est suffisante pour faire un dimensionnement industriel.

La méthode de PEUCH et MEUNIER utilise trois nombres adimensionnels qui sont :

K : qui caractérise les pertes de charge ;

A : qui caractérise la conduite de refoulement ;

B : qui caractérise le volume d'air du réservoir anti-bélier.

Tel que :

$$K = \frac{H_{\text{abs}} - H_0}{H_0}$$

$$A = \frac{a \cdot V_0}{g \cdot H}$$

$$B = \frac{V_0^2}{g \cdot H_{\text{abs}}} \times \frac{L \cdot S}{U_0}$$

a : célérité d'onde de choc (m/s) .

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

H_0 : pression statique absolue = $H_g + 10$ (m).

H_{abs} : la pression de service absolue tel que :

$$H_{abs} = H_g + h + 10 = H_{mt} + 10 \quad (\text{m})$$

L : longueur total de la conduite de refoulement (m) ;

S : section de la conduite de refoulement (m) ;

U_0 : volume d'air initial (m³)

g : accélération de pesanteur (m/s²).

A.N :

$$H_0 = H_g + 10 = 70,43 + 10 = 80,43 \text{ m} .$$

$$H_{mt} = 84,4 \text{ m} .$$

$$H_{abs} = H_{mt} + 10 = 94,4 \text{ m} .$$

Caractéristique de la conduite "A"

$$A = \frac{a \cdot V_0}{g \cdot H_0} = \frac{1148,199 \times 0,49}{9,81 \times 80,43} = 0,71$$

Caractéristique de perte de charge "K"

$$K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0} = \frac{94,4 - 80,43}{80,43} = 0,17$$

Nous concéderons la famille de courbes pour les valeurs $K=0,17$ et $A=0,71$ auxquelles nous allons superposer le profil en long (absolu) de la conduite.

- Ayant calculé K et A , nous superposerons la famille de courbe B au profil en long de la conduite, et nous choisirons la courbe qui laisse au moins une sécurité de 3m de pression absolue au-dessus du point le plus défavorable du profil; la valeur de B permet de calculer U_0 .

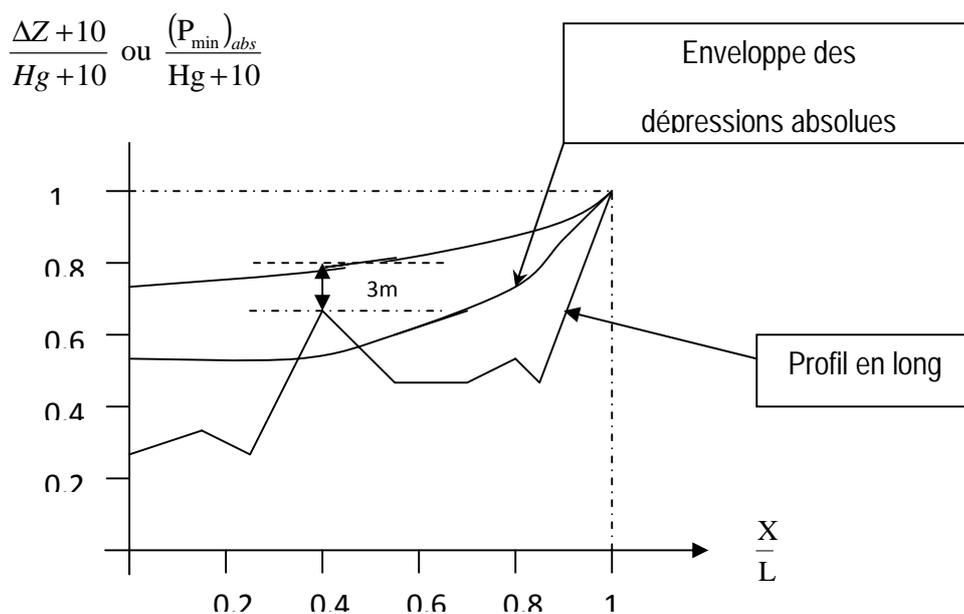


Figure. 5-3 : Description de la méthode de Peuch et Meunier

Tableau 5-3 : Profil en long (absolu) de la conduite STR-R500m³

| points | Z (m) | X (m) | Z (m) | $\frac{Z+10}{Hg+10}$ | $\frac{X}{L}$ |
|--------|-------|--------|-------|----------------------|---------------|
| 1 | 50.39 | 39 | 0 | 0.124 | 0.02 |
| 2 | 25.52 | 246 | 24.87 | 0.434 | 0.14 |
| 3 | 53.46 | 380.5 | 27.94 | 0.472 | 0.21 |
| 4 | 20.74 | 655 | 32.72 | 0.531 | 0.36 |
| 5 | 38.42 | 961 | 17.68 | 0.344 | 0.53 |
| 6 | 19.85 | 992.5 | 18.57 | 0.355 | 0.55 |
| 7 | 45.29 | 1198.5 | 25.44 | 0.441 | 0.67 |
| 8 | 20.77 | 1415.5 | 24.52 | 0.429 | 0.79 |
| 9 | 60.94 | 1499.5 | 40.17 | 0.624 | 0.83 |
| 10 | 40.75 | 1591.5 | 20.19 | 0.375 | 0.88 |
| 11 | 96.49 | 1800 | 55.74 | 0.817 | 1.00 |

Si on voit sur l'abaque de PEUCH et MEUNIER on trouve B=0.8

Pour B = 0.8

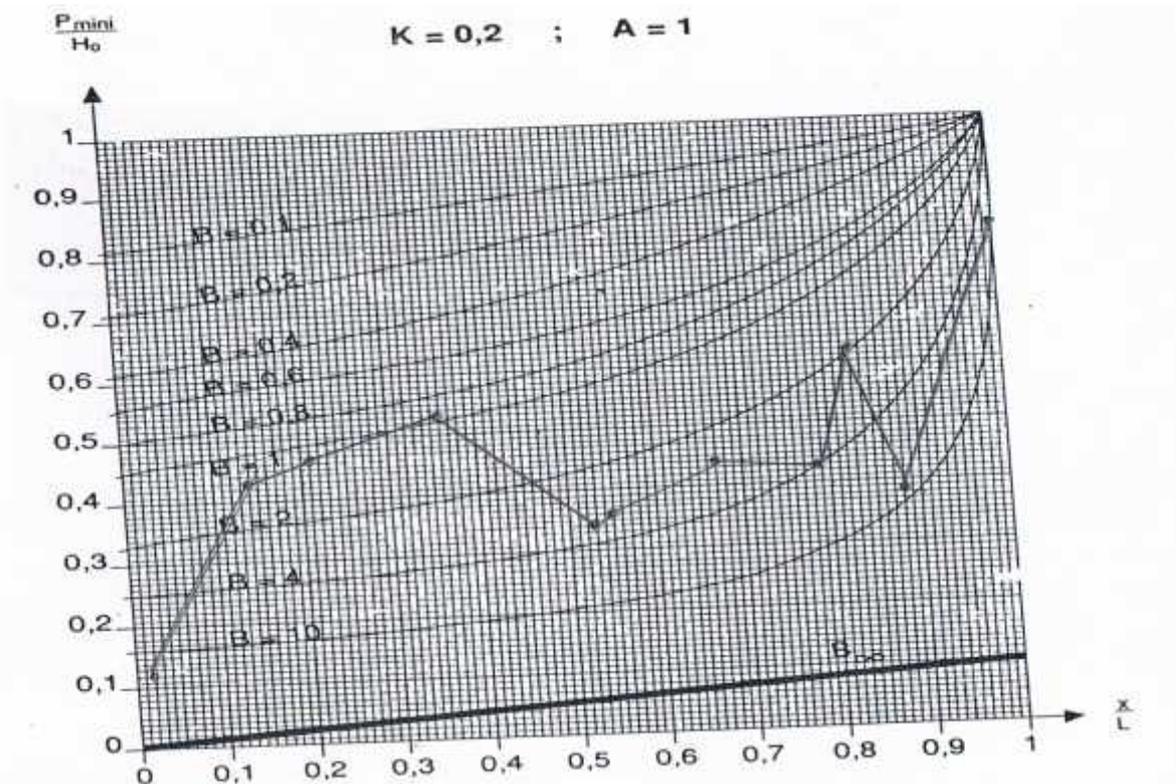


Figure 5.4 : l'abaque de peuch et Munier

Le volume d'air U_0 en fonctionnement normal est :

$$U_0 = \frac{V_0^2}{g \cdot H_{abs}} \times \frac{L \cdot S}{B} = \frac{0,49^2}{9,81 \cdot 94,4} \cdot \frac{1800 \cdot 0,0123}{0,8} = 0,0072 \text{ m}^3$$

$$U_0 = 0,0072 \text{ m}^3$$

Le plus grand volume d'air sera pour la faible dépression et nous lisons sur le graphe :

$$\frac{P_{min}}{H_0} = 0,465$$

$$P_{min} = 0,465 \cdot 80,43 = 37,4 \text{ m d'eau}$$

$$H_{abs} \cdot U_0^{1,2} = P_{min} \cdot U_{max}^{1,2} \quad U_{max} = U_0 \left(\frac{H_{abs}}{P_{min}} \right)^{\frac{1}{1,2}} = 0,0072 \left(\frac{94,4}{37,4} \right)^{\frac{1}{1,2}}$$

$$U_{max} = 0,016 \text{ m}^3$$

Le plus grand volume d'air est de 16 L , si on veut qu'il reste encore 20% d'eau lors de la plus grande dépression, il nous faut prévoir un ballon de volume $V = 19.2 \text{ L}$.

5.3.4.4 Calcul le diamètre de diaphragme :

Nous nous servons de l'abaque de DUBIN ET GUENEAU :

$$\left. \begin{array}{l} A=1 \\ B=0.8 \end{array} \right\} \text{ nous lisons } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V_0^2}{H_0} = 2,6 \\ \frac{P_{\max}}{H_0} = 1,775 \end{array} \right.$$

$$\text{Avec } = \frac{1}{2 \cdot g} \left[\frac{D^2}{0,6 \cdot d^2} - 1 \right]^2$$

$$\text{Si on écrit } \frac{V_0^2}{H_0} = n \Rightarrow d^2 = \frac{D^2}{0,6 \cdot \left[\sqrt{\frac{n \cdot 2g \cdot H_0}{V_0^2} + 1} \right]}$$

$$d^2 = \frac{0,125^2}{0,6 \cdot \left[\sqrt{\frac{2,6 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 80,43}{0,49^2} + 1} \right]} = 0.0001977$$

$$\Rightarrow d = 14.06 \text{ mm}$$

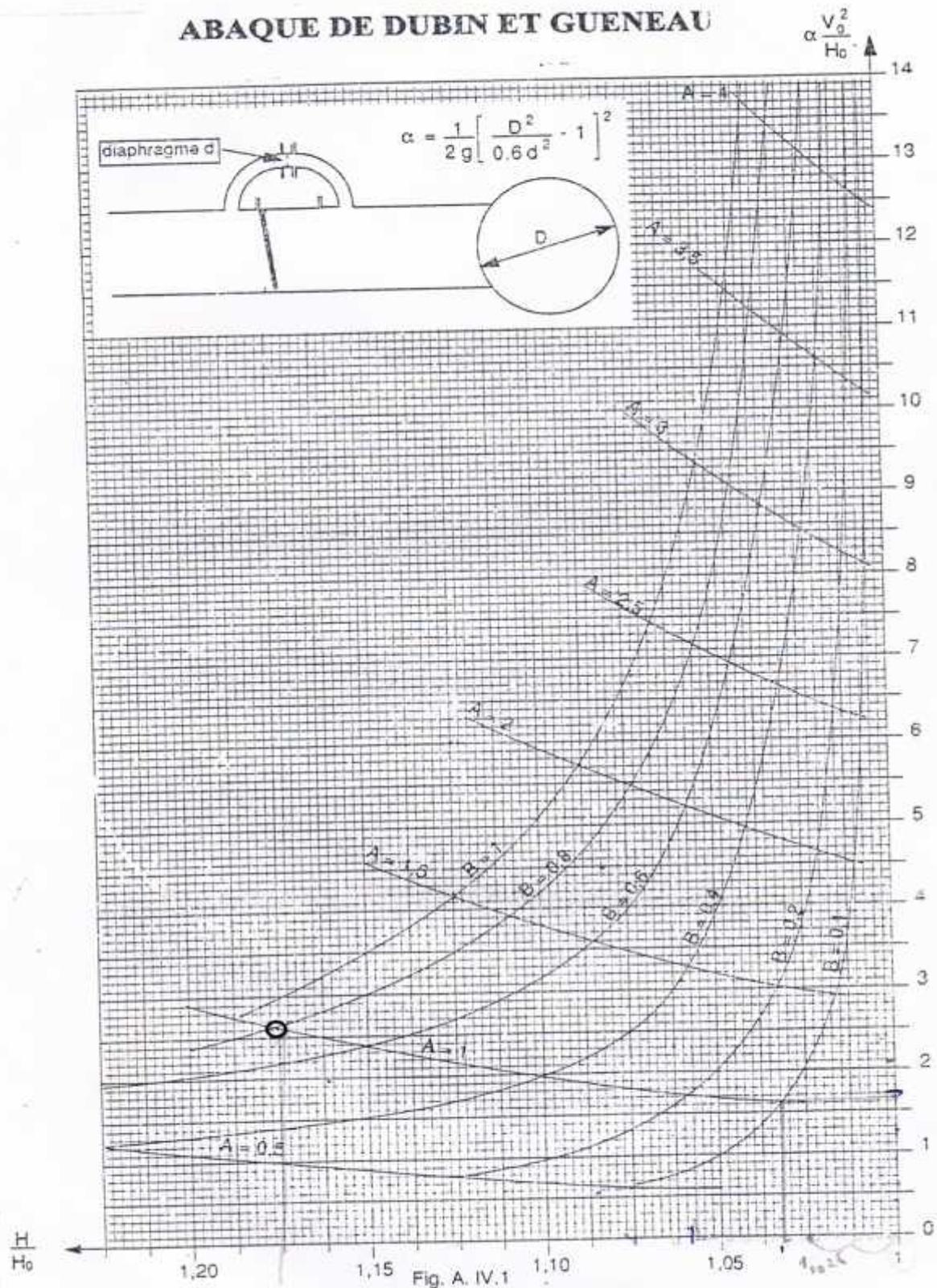


Figure V.5 : l'abaque de DUBIN ET GUENEAU

5.4- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu deux moyens de protection contre le régime transitoire et la corrosion. Pour le régime transitoire on prévoit l'installation, juste à la sortie de la stations de reprise.

Pour éviter et limiter un peu le risque du coup de bélier sur la conduite de refoulement, il faut bien dimensionner le réservoir anti- bélier, dans notre cas nous avons la valeur de la surpression est de 127.78 et la dépression 13.08 donc, pour protéger l'installation contre le coup de bélier, il faut prévoir un ballon d'un volume total de 19,2 L pour limiter la dépression et sur la canalisation de jonction du ballon à la conduite de refoulement, un clapet à battant by-pass avec un diaphragme à arrêt vif de diamètre 14.06 mm et ceci pour limiter la surpression.

Pour la corrosion nous avons adopté une manche en polyéthylène ou une couche de goudron assurant la protection des conduites, en fonte, traversant des terrains agressifs.

Chapitre -6-

**ORGANISATION DE CHANTIER ET LA
GESTION EN EXPLOITATION**

Chapitre -6-

ORGANISATION DE CHANTIER ET LA GESTION EN EXPLOITATION

6.1- Organisation de chantier : [5]

L'organisation d'un chantier consiste à déterminer la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter.

Pour l'exécution des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'AEP Demande différentes opérations telles que :

- Importation des traces des tranchés.
- Aménagement du lit de pose de conduites.
- Pose des conduites.
- Epreuve de joints et de canalisation.
- Remblaiement des tranchées.

6.1.1 Implantation des tracés, des tranchés sur le terrain :

6.1.1.1 Matérialisation de l'axe :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain par des jalons nets placés en ligne droite et espacés de 50 cm. On effectue ce travail, en mesurant le plan, leurs distances par des repères fixes ou des bornes, limite de chemin, etc...

La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées.

6.1.1.2 Excavation des tranchées :

Selon les caractéristiques du terrain, l'évacuation sera réalisée mécaniquement.

La profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour des raisons suivantes :

- Pour garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Pour ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Pour protéger la canalisation contre le gel.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

La largeur de la tranchée doit être telle, qu'un homme puisse y travailler sans difficulté, et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place. En pratique au droit des joints des tuyaux, des élargissements et approfondissements de la tranchée.

L'excavation des tranchées s'effectuent par tronçons successifs en commençant par les points hauts pour assurer s'il y a lieu l'écoulement naturel de l'eau.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La profondeur de la tranchée Htr.
- Largeur de la tranchée b.
- distance de la mise de cavalière.

6.1.1.3 La profondeur de la tranchée Htr :

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre, elle est donnée par la relation suivante :

$$Htr = D + h + h_i$$

Avec :

Htr : Profondeur de la tranchée.

D : diamètre de la conduite.

H : Hauteur de la génératrice supérieure de la conduite a la surface du sol (h= 0,8 m).

h_i : Epaisseur du lit de pose (h_i= 0,20m).

D'où

$$Htr = D + 1m$$

6.1.1.4 Largeur de la tranchée b :

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, et on laissera 30cm d'espace de chaque côté de la conduite :

$$B = D + 0,6$$

B : Largeur de la tranchée en (m).

D : Diamètre de la conduite en (m).

6.1.1.5 Distance de la mise de cavalier :

Dans ce cas on prend le calcul pour le grand diamètre qui est de 250 mm celle de réseau de distribution de la commune.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

A. Section Transversal de la tranchée :

$$S = H_{tr} * b$$

$$H_{tr} = D + h + h_i$$

$$H_{tr} = 0.16 + 0.8 + 0.2 = 1.16 \text{ m}$$

$$b = D + 0.6$$

$$b = 0.16 + 0.6 = 0.76 \text{ m}$$

d'où :

$$S = 1.16 * 0.76 = 0.8816 \text{ m}^2$$

B. Section du cavalier :

Elle est donnée par la relation suivante :

$$S_c = S * K_f$$

S : section transversale de la tranchée.

K_f : coefficient de foisonnement des terres est déterminé à partir du tableau suivant :

Tableau 6.1 : La valeur de K_f de différents type de sol

| Type de sol | K _f |
|------------------------|----------------|
| Sable-limon sableux. • | 1.08-1.17 |
| Limon argileux. • | 1.14-1.28 |
| Argileux. • | 1.24-1.30 |

Puisque notre sol est limon argileux, donc on prend K_f=1.20.

D'où :

$$S_c = 0.8816 * 1.20$$

$$S_c = 1.05792 \text{ m}^2$$

C. Hauteur de Cavalier :

$$S_c = (B * H_c) / 2 \text{ (forme triangulaire)}$$

B : Longueur du cavalier en(m)

H_c : hauteur de cavalier en(m)

$$B = (2 * S_c) / H_c \quad (1)$$

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

$$\text{Et : } m = B / (2 * Hc) \quad (2)$$

m : Talus du sol de cavalier (m=1.5)

$$B = 2 * Hc * m$$

De (1) et (2) on a :

$$Hc = \frac{Sc}{m}$$

$$Hc = \frac{1.05792}{1.5} = 0.84m$$

$$Hc = 0.84 \text{ m}$$

D. Distance de la mise de cavalier :

C'est la distance qui sépare l'axe de la tranchée à celui du cavalier, elle est donnée par :

$$A = b/2 + L + B/2.$$

L : Longueur de berne en (m).

$$B/2 = Hc * m = 0,8 \times 1,5 = 1,38 \text{ m.}$$

A.N :

$$A = 0,38 + 3 + 1,26 = 4,64 \text{ m}$$

6.1.2 Choix de l'excavateur :

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement. Alors, le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champ d'application et exigence de chantier.

6.1.2.1 Pelle équipée en rétro :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- Peut excaver dans la direction de la machine.
- Creuser avec grande précision et rapidité de tranchées à talus verticaux.
- Apte à adresser convenablement les talus et le fanal des fouilles.
- Peut creuser à profondeur importantes.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

6.1.2.2 Pelle équipée en butée :

- Peut excaver en hauteur de l'assise de la machine.
- Ramasser les matériaux.
- Peut excaver au-dessous du plan d'assise en tranchée ou sur la côte, mais avec de faibles profondeurs.

Connaissant la nature des travaux demandés, et comparant les champs d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle, on opte pour une **pelle équipée en rétro**.

Pour atteindre le rendement optimal de la pelle choisie. Celle-ci doit satisfaire les conditions énumérées ci-dessous :

- Rayon de déchargement: $R_{dech} \geq A$ (distance de la mise de cavalier).
- Largeur de godet: $b_g \leq b_{min}$.

Pour déterminer les caractéristiques de la pelle, il faut faire les calculs présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6.2 : Caractéristiques des tranchés sur le terrains

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Diamètre (mm) | 160 | 140 | 125 | 110 | 90 | 75 | 63 | 50 | 40 | 32 |
| Longueur (m) | 87.5 | 819.5 | 373 | 596.5 | 827 | 209.5 | 719 | 488 | 516.5 | 4918.5 |
| b=D+0,6 (m) | 0.76 | 0.74 | 0.725 | 0.71 | 0.69 | 0.675 | 0.663 | 0.65 | 0.64 | 0.632 |
| Htr=D+1m (m) | 1.16 | 1.14 | 1.125 | 1.11 | 1.09 | 1.075 | 1.063 | 1.05 | 1.04 | 1.032 |
| s=b*Htr (m²) | 0.88 | 0.84 | 0.82 | 0.79 | 0.75 | 0.73 | 0.70 | 0.68 | 0.67 | 0.65 |
| Sc=S*kf (m²) | 1.06 | 1.01 | 0.98 | 0.95 | 0.90 | 0.87 | 0.85 | 0.82 | 0.80 | 0.78 |
| Hc (m) | 0.84 | 0.82 | 0.81 | 0.79 | 0.78 | 0.76 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 |
| A (m) | 4.64 | 4.60 | 4.57 | 4.55 | 4.51 | 4.48 | 4.46 | 4.43 | 4.41 | 4.40 |
| v=s*I (m³) | 77.14 | 691.33 | 304.23 | 470.10 | 621.99 | 152.02 | 506.73 | 333.06 | 343.78 | 3207.96 |
| V totale (m³) | 6708.34 | | | | | | | | | |

L'excavateur répondant aux conditions ci-dessus sera une pelle mécanique équipée en rétro à roue pneumatique dont les caractéristiques sont choisies en fonction du tableau

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

suivant :

Tableau 6.3 : Capacité du godet de la pelle en fonction du volume de terrassement

| Volume de terrassement par une pelle (m³) | =< 10000 | >10000 | >20000 | >100000 |
|---|--------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Capacité du godet d'une pelle (m³) | 0.25-0.35 | 0.5-0.65 | 1-1.25 | 1.5 |

Comme le volume total est inférieur à 10000 m cube nous avons choisi une pelle de capacité du godet 0.35 m³.

6.1.2.3 Rendement d'exploitation de la pelle :

$$R_p = q \cdot N \cdot K_r \cdot K_u \cdot (1/K_a)$$

Avec:

q : Capacité de godet en m³ (q = 0,35 m³)

N : Nombre de cycle de l'excavation par unité de temps

$$N = 3600/T \text{ avec } T = 15-30 \text{ secondes}$$

K_r : Coefficient de remplissage de godet (0,8 – 0,9).

K_u : Coefficient d'utilisation de temps qui dépend de la nature du sol K_u = 0.7 – 0,9

K_a : Coefficient d'embellissement du sol K_a = (1,14 – 1,25). Pour le cas défavorable, on aura T = 30 secondes.

$$N = 3600/30 = 120 \text{ d'où}$$

$$R_p = 0,35 \cdot 120 \cdot 0,85 \cdot (0,8/1,20) = 23,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.1.2.4 Durée d'excavation :

Connaissant la volume de terre à excaver et le rendement de l'engin. Le temps de l'excavation sera :

$$T = V_t/R_p = 6572.880/23.8 = 276.17 \text{ heures.}$$

Si on suppose la durée de travail et de 08 heures par jour, le nombre de jour est :

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

$$N_j = T/8 = 276.17/8 = 35 \text{ jours.}$$

6.1.3. Aménagement du lit de pose des conduites :

Avant la pose de la conduite, on procède aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placées sur les côtes de la tranchée de façon à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Respecter les côtes du profil en long, que le chef du projet a pris soin de fixer.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée pour que la pression soit constante entre les points de changement des pentes prévues.
- Etablir ensuite le niveau du fond de la fouille en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble du sable ou d'une couche maigre de béton, suivant la nature du terrain rencontré avec épaisseur environ 10 cm.

Le volume total du sable pour le lit de pose. Il est calculé d'après le tableau suivant :

Tableau 6.4 : Caractéristiques de lit de sable

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Diamètre (mm) | 160 | 140 | 125 | 110 | 90 | 75 | 63 | 50 | 40 | 32 |
| Longueur (m) | 87.5 | 819.5 | 373 | 596.5 | 827 | 209.5 | 719 | 488 | 516.5 | 4918.5 |
| b=D+0,6 (m) | 0.76 | 0.74 | 0.73 | 0.71 | 0.69 | 0.68 | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.63 |
| s=b*0.1 (m²) | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| v=s*l (m³) | 6.65 | 60.64 | 27.04 | 42.35 | 57.06 | 14.14 | 47.67 | 31.72 | 33.06 | 310.85 |
| V totale (m) | 631.19 | | | | | | | | | |

6.1.4 pose des conduites :

Avant la descente des conduites en fouilles, on procède à un treillage des conduites de façon à écarter celles qui ont subi des chocs, elles sont débarrassées de tous corps étrangers (terre, pierre, chiffon, etc...). Et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage (pose-tube) dans le fond de la fouille, au cours de pose on vérifie régulièrement des tuyaux pour opérer correctement, nous utilisons des nivelettes et effectuons des vissées tous les 80 cm environ, s'il sera de caller les tuyaux pour les aligner.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

A chaque arrêt de La pose. On bouche les extrémités du tronçon de la conduite en attente de tampon solidement fixé.

Remarque :

La descente en fouille des canalisations en acier doit avoir lieu aux heures les plus fraîches de la journée, (déformation de la conduite à cause de la dilatation).

La pose des conduites dans la tranchée est effectué par un engin spécial appelé « pose-tube ».

Comme il est indiqué dans le schéma suivant :

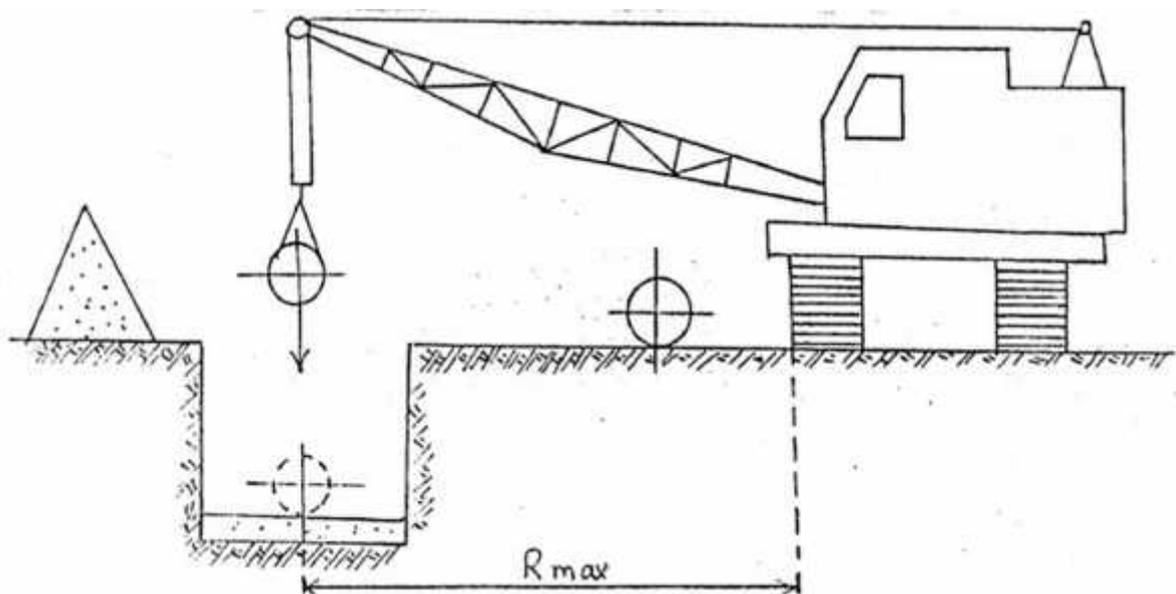


Figure 6.1 : Pose de conduite par un engin

6.1.5 Epreuve des joints et de la canalisation :

Pour plus de sécurité, j'essaie de pression des conduites et des joints toujours avoir lieu avant remblaiement et s'effectue par une pompe d'essai et par tronçons plus au moins larges suivant les circonstances (hors ou dans les agglomérations). L'essai consiste au remplissage de la conduite en eau sous pression de 1.5 fois la pression de service à la quelle sera la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

Remarque :

Le remplissage de la conduite s'effectue par la partie basse de la canalisation pour que l'air puisse s'évacuer facilement.

6.1.6 Remblaiement de la tranchée :

Si les résultats des essais de pression sur les joints et les canalisations s'avèrent concluants, on opérera les procédés alors au remblaiement de la tranchée, pour la bonne réussite de cette opération, On opérera les dispositions suivantes :

- Au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur du diamètre, le matériel de remblais est posé sous les flancs de la canalisation est donné de façon à éviter tout mouvement de la canalisation et à lui constituer une assise stable.
- Le matériel utilisé doit être convenable et il est exempt de tout élément susceptible de porter atteintes aux canalisations.
- Il est également conseillé d'utiliser du tout-venant.

6.1.7. Pose de la conduite :

➤ sous la route :

La conduite traversant la route sera posée dans une gaine (buse de diamètre 400 mm), en vue d'introduire la conduite à projeter.

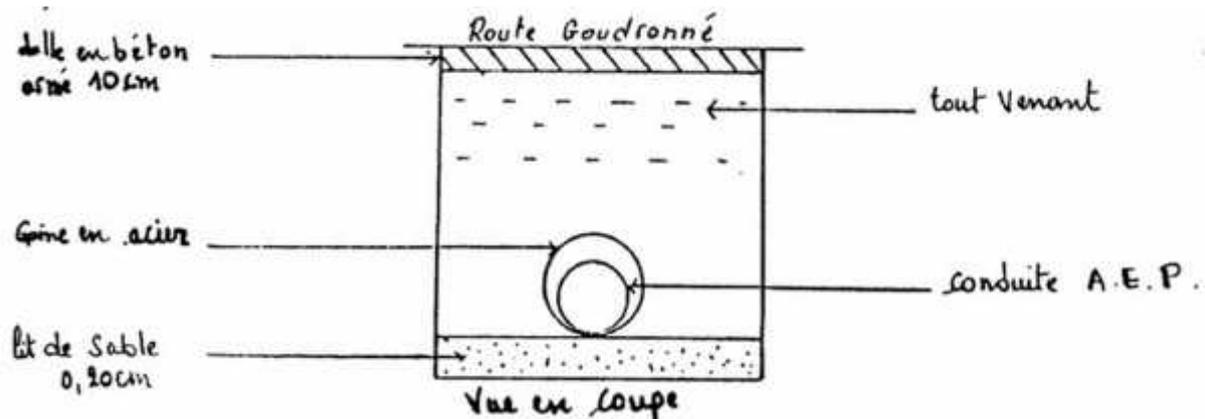


Figure 6.2. Pose de conduite sous la route

➤ Traverser de la voie ferrée :

Elle sera effectuée par un forage horizontal. Où la conduite sera placée dans une gaine en

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

acier, le tronçon à la limite de l'emprise de chemin de fer sera isolé de part et d'autres robinets-vannes de sectionnement placés dans des regards de visite.

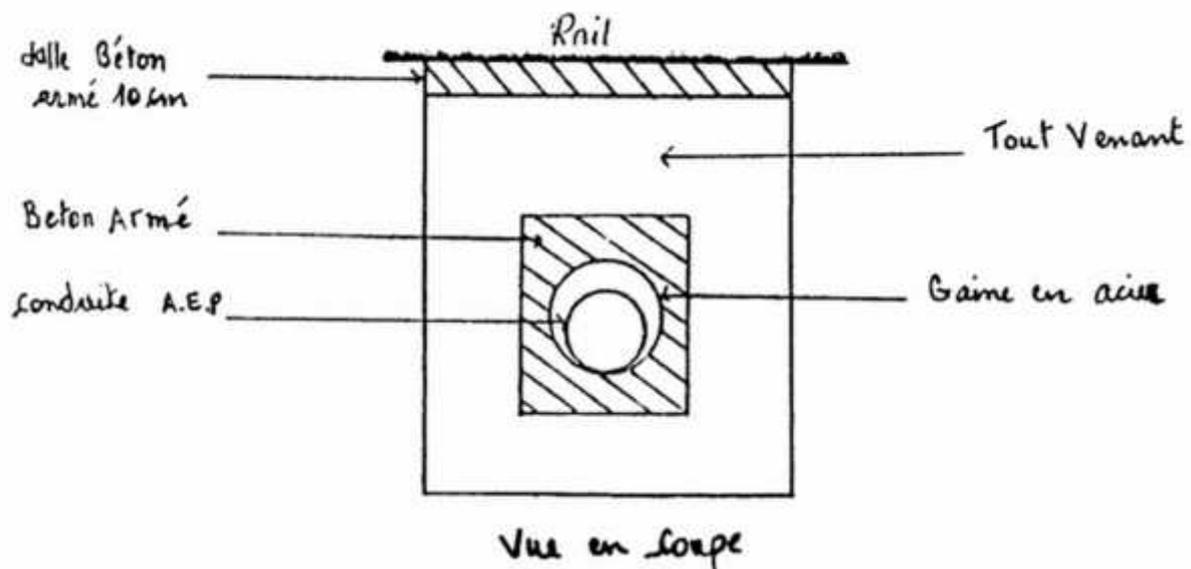


Figure 6.3 : Pose de conduite traversé de la voie ferrée

6.2 Gestion et exploitation : [8]

La gestion d'un système d'alimentation en eau potable nécessite d'accomplir avec rigueur un ensemble de tâches et de mettre l'accent sur les procédés à respecter afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable et de garantir l'ensemble des besoins, en tenant compte de tous les usagers, dans les bonnes conditions de quantité, de pression et de qualité.

Donc gérer c'est d'effectuer des opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel et d'assurer la continuité et la qualité de la production telle que la maintenance, l'entretien et la bonne exploitation des ouvrages et des équipements, bien gérer c'est rassurer cette opération au coût global minimum.

6.2.1 But de la gestion :

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable à pour objet d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

6.2.2 Gestion et exploitation des ouvrages de stockage :

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage dont la durée de vie est généralement longue (50 ans au minimum).

Les problèmes d'exploitation ou d'entretiens qui concernent les réservoirs trouvent le plus souvent leur origine dans les insuffisances au niveau de la construction et d'équipements.

6.2.2.1 Equipements du réservoir :

Le tableau ci-dessous fournit une liste des équipements susceptibles d'être installés dans un réservoir :

Tableau N° 6.5 : Equipements du réservoir

| Fonction | Equipements |
|-------------|---|
| Hydraulique | <ul style="list-style-type: none">- Clapet- Equipements de trop plein- Vidange- Siphon pour réserve incendie- Canalisation de liaison- Compteur- Clapet à rentrée d'air- Purgeur d'air |

| | |
|--------------|---|
| Exploitation | <ul style="list-style-type: none">- Niveau- Poste de livraison électrique- Débit- Télécommande- Equipements de télétransmission |
| Nettoyage | <ul style="list-style-type: none">- Trappes de visite pour les personnels et le matériel- Equipements spéciaux pour le nettoyage- Pompe d'alimentation en eau |
| Entretien | <ul style="list-style-type: none">- Appareils de manutention- Joints de montage- Eclairage |

6.2.2.2 Aspects liés à l'exploitation des réservoirs :

Les réservoirs sont des ouvrages qui nécessitent des interventions régulières (opérations courante de surveillance, entretien et nettoyage) où occasionnelle (réparation).

Ils doivent être conçus pour permettre ces interventions avec le maximum de facilité et de sécurité.

Parmi les opérations de contrôle et d'inspection sur les ouvrages de stockage on cite :

6.2.2.2.1 Contrôle hebdomadaire :

- État de propreté, porte, fenêtre et accès, étanchéité de la fermeture.
- Aération, obstruction et détérioration des grilles de protection.
- Turbidité de l'eau.

6.2.2.2.2 Contrôle semestriel :

- État de l'ouvrage, fissuration.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

- Trop plein et vidange, fonctionnement des clapets, nettoyage et écoulement d'eau dans la conduite de drainage.
- Contrôle de l'appareillage de mesure.

6.2.2.2.3 Nettoyage :

Les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs comportent des diverses phases, comme le décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier avec un jet sous pression, on prend soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.

6.2.3 Gestion et exploitation des réseaux :

Afin d'assurer une bonne gestion du réseau d'adduction et de distribution, il faut que ce dernier soit bien conçu en respectant les diverses normes et les conditions de pose des conduites, et d'équiper le réseau de différentes organes et accessoires en adaptant les matériaux aux appropriés qui facilitera sa gestion et son entretien.

6.2.3.1 Prévention, contrôle et surveillance de la qualité d'eau :

Le maintien de la qualité de l'eau pendant sa distribution nécessite un suivi de contrôle et de prévention; il est indispensable de procéder à des analyses périodiques sur la majorité du réseau pour obtenir une cartographie de la qualité sur les paramètres tels que: le chlore, la bactériologie, la turbidité.

6.2.3.2. La surveillance et l'entretien courant :

La garantie d'une maintenance contenue comporte les activités d'inspection, d'entretiens et de remise en état, est l'une des tâches les plus importantes dans le cadre de la gestion d'un réseau.

Pour l'exploitation, la première tâche est de suivre le fonctionnement des adductions et de réseau, cette surveillance systématique s'appuiera sur les observations faites lors de l'entretien courant des ouvrages et sur l'interprétation des opérations faites à l'occasion des travaux de réparations.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

6.2.3.3 Les actions de réduction des pertes d'eau :

Elles portent généralement en priorité sur la recherche de fuite du réseau et sur le comptage.

- **La recherche systématique des fuites :**

La fuite engendre des vibrations acoustiques, ces dernières ont une fréquence audible variable de 100 à 3500 Hz, et se propagent avec une atténuation plus ou moins rapide le long de la conduite et dans le sol.

Les méthodes employées depuis très longtemps pour rechercher des fuites consistent à écouter et analyser les bruits captés au niveau de la conduite ou du sol.

a) Les amplificateurs mécaniques :

Ils sont composés d'une tige métallique servant de capteur d'une membrane vibrante et d'une cloche métallique formant caisse de résonance reliée à une paire d'écouteurs, ces écouteurs isolant partiellement des bruits transmis par l'air.

b) Les amplificateurs électriques :

ces appareils sont identiques aux précédents dans leur principe, mais le capteur est constitué d'un microphone. Ce sont les appareils les plus utilisés actuellement.

- **Le comptage :**

Pour l'exploitation rationnelle d'un système d'AEP, il est impératif de connaître avec précision les volumes d'eau en différents point des installations (au prélèvement, de traitement et de distribution....).

Le choix du compteur est basé sur les critères suivants : le débit, le diamètre, la précision, la fiabilité et la pression de service.

6.2.4 Rendement du réseau :

Le rendement du réseau de distribution d'eau potable mesure l'écart entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés ou facturé.

Chapitre 6 Organisation de chantier et la gestion en exploitation

Donc c'est un élément important pour le gestionnaire de service et il doit lui porter une attention constante.

6.2.5. La lutte contre le vieillissement des conduites :

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps, celui-ci est due, soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (chute de pression, chute de rendement du réseau et coupure), soit à d'autres dommages (dégradation de la qualité de l'eau, déstabilisation et inondation des lits de pose).

6.3-Conclusion :

Ce chapitre nous a permis la détermination des moyens d'exécution des travaux sur le chantier pour la réhabilitation du réseau d'AEP ;

Les premières dispositions sont bien entendu à prendre en amont de la conception et de l'adaptation des équipements nécessaires pour chaque système (captage, adduction, stockage et distribution) ainsi, les mesures et les actions portant en priorité sur la détection des fuites et la maîtrise de captage.

La remise en œuvre d'une organisation d'exploitation et de maintenance efficace tout en assurant l'amélioration du niveau de formation et de compétence du personnel est conseillée pour toutes les structures de gestion. Elle permet l'amélioration de la sécurité et le fonctionnement du système, la réduction des pertes d'eau, l'amélioration de la qualité d'exécution des travaux, le prolongement de la durée de vie des équipements et des installations, la réduction voir même l'élimination des risque de contamination.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Arrivé au terme de notre travail, nous disons tout simplement que le problème de réseau d'alimentation de la ville d'EL MARSA se situe dans son mauvais dimensionnement, car nous avons remarqués que :

- ❖ N'on pas prit en considération la grande pression dans le réseau qui due à l'implantation arbitraire du réservoir;
- ❖ La nature de la topographie de la région qu'est dans la cote Sud de la ville est très accidenté puits cette grande pente disparaisse au fur que nous montons vers le nord de la ville ce qui a comme effet sur l'augmentation de la pression;
- ❖ Présence de nouvelle habitation urbaine qui n'on pas accès au réseau d'AEP

Pour remédier a ces problèmes nous avons proposés de :

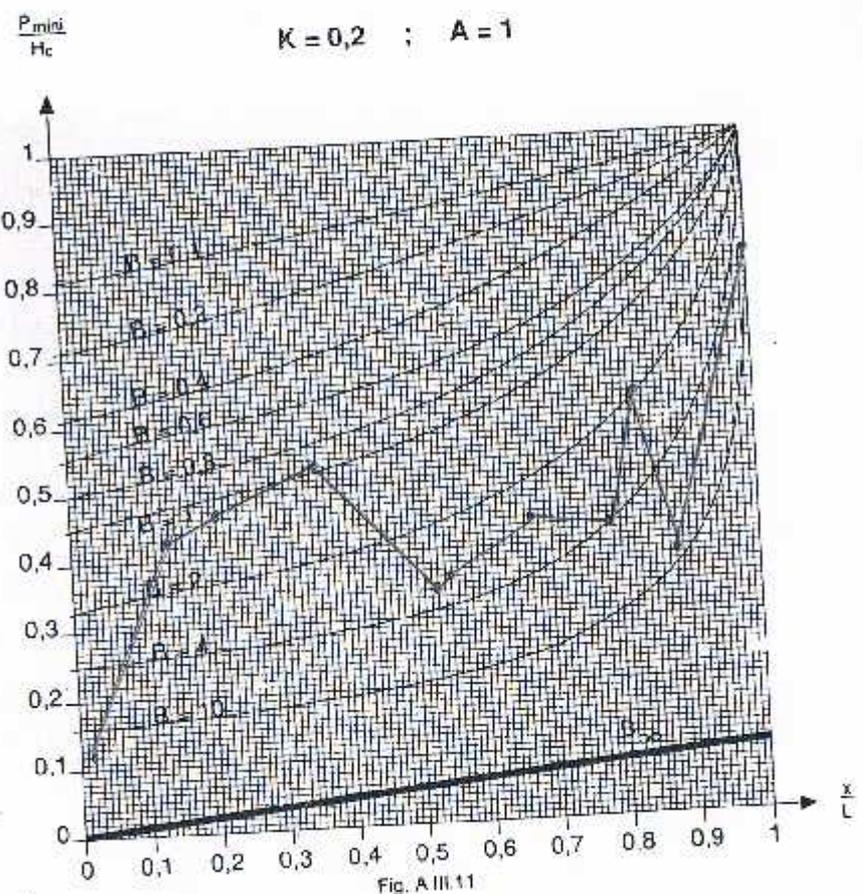
- Projeter de nouvelles conduites en PEHD au niveau de ces nouvelles habitations pour assurer leurs alimentation;
- Changer quelle tronçons qui représentent des défiances de point de vue hydraulique et physique;
- Procéder à la réparation et aménagement de réseau et ces infrastructures (réparer le réservoir, les puits et le réseau de distribution).

Pour les ressources nous avons remarquez qu'elles ne sont pas suffisantes actuellement et dans le futur mais le problème se résolu dans l'origine de ces sources, nous avons constatés que ces sources sont à l'origine des puits, avec les problèmes que la nappe rencontre ces dernières années le rabattement de la nappe et invasion maritime, donc il faut trouver d'autre ressource à épuiser en appliquant la nouvelle politique adopter par l'Algérie sur le dessalement d'eau de mer pour diminuer le débit pompé de ces puits.

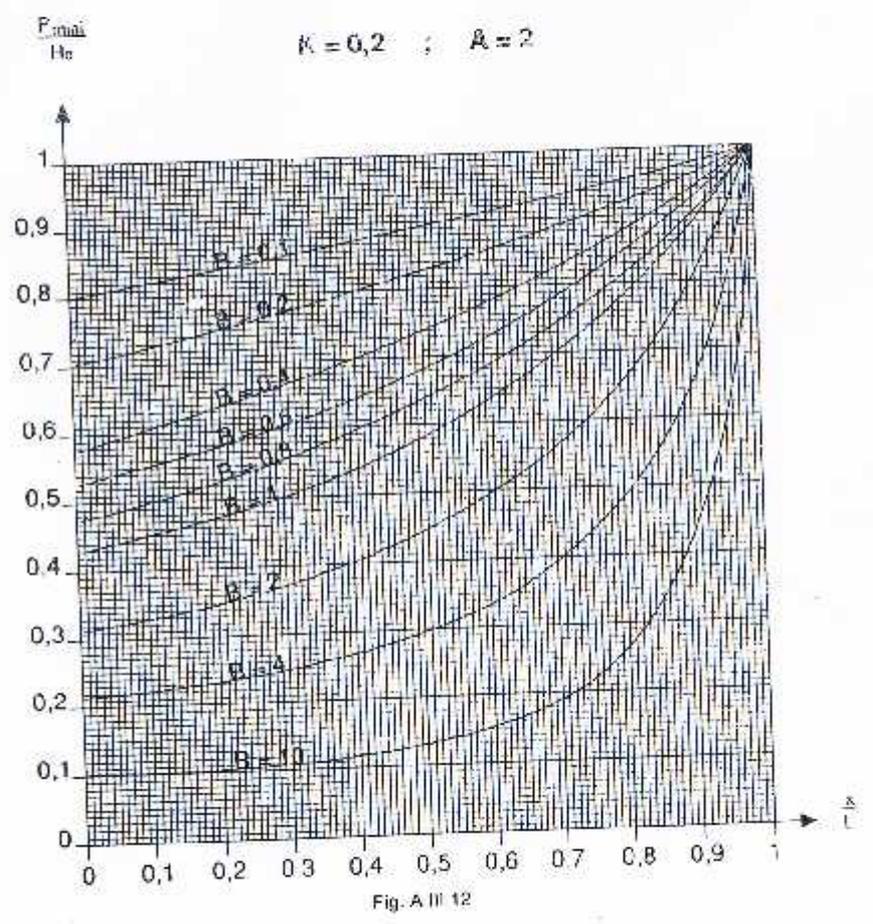
La Bibliographie

- [1] "Cours d'AEP" : B.Salah ENSH.
- [2] 'Cours de raitement' : F.AMMOUR ENSH.
- [3] Mémoir de fin d'etude: Extension et Rénovation du réseau d'AEP de la commune de CHLEF (W.CHLEF).
- [4] Mémoir de fin d'etude: Diagnostic et réhabilitation de réseau d'AEP de la cité universitaire III (W. BLIDA).
- [5] Mémoir de fin d'etude: Diagnostic de réseau d'AEP de la ville de Boufarik; "Benzine Toufik" 1999.
- [6] Mémoir de fin d'etude: Diagnostic et réhabilitation de réseau d'AEP de la ville de Hamr el Ain.
- [7] Mémoir de fin d'etude: Extension et Rénovation du réseau d'AEP de la ville de Mila; "Yagoub Smain" 1997.
- [8] LJonnaise des eaux: Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement "Tome I".
- [9] Mémoir de fin d'etude: Rénovation du réseau de distribution de la ville de Oued-EL-Olleug; "Moussaoui Malika" 1997.

Annexe



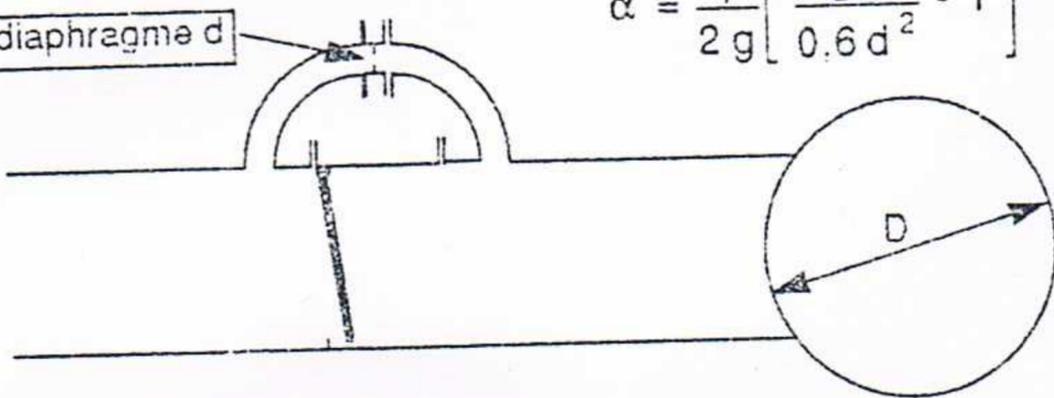
$\rho = 0,8$



ABAQUE DE DUBIN ET GUENEAU

$$\alpha \frac{V_0^2}{H_0}$$

diaphragme d



$$\alpha = \frac{1}{2g} \left[\frac{D^2}{0.6d^2} - 1 \right]^2$$

$\frac{H}{H_0}$

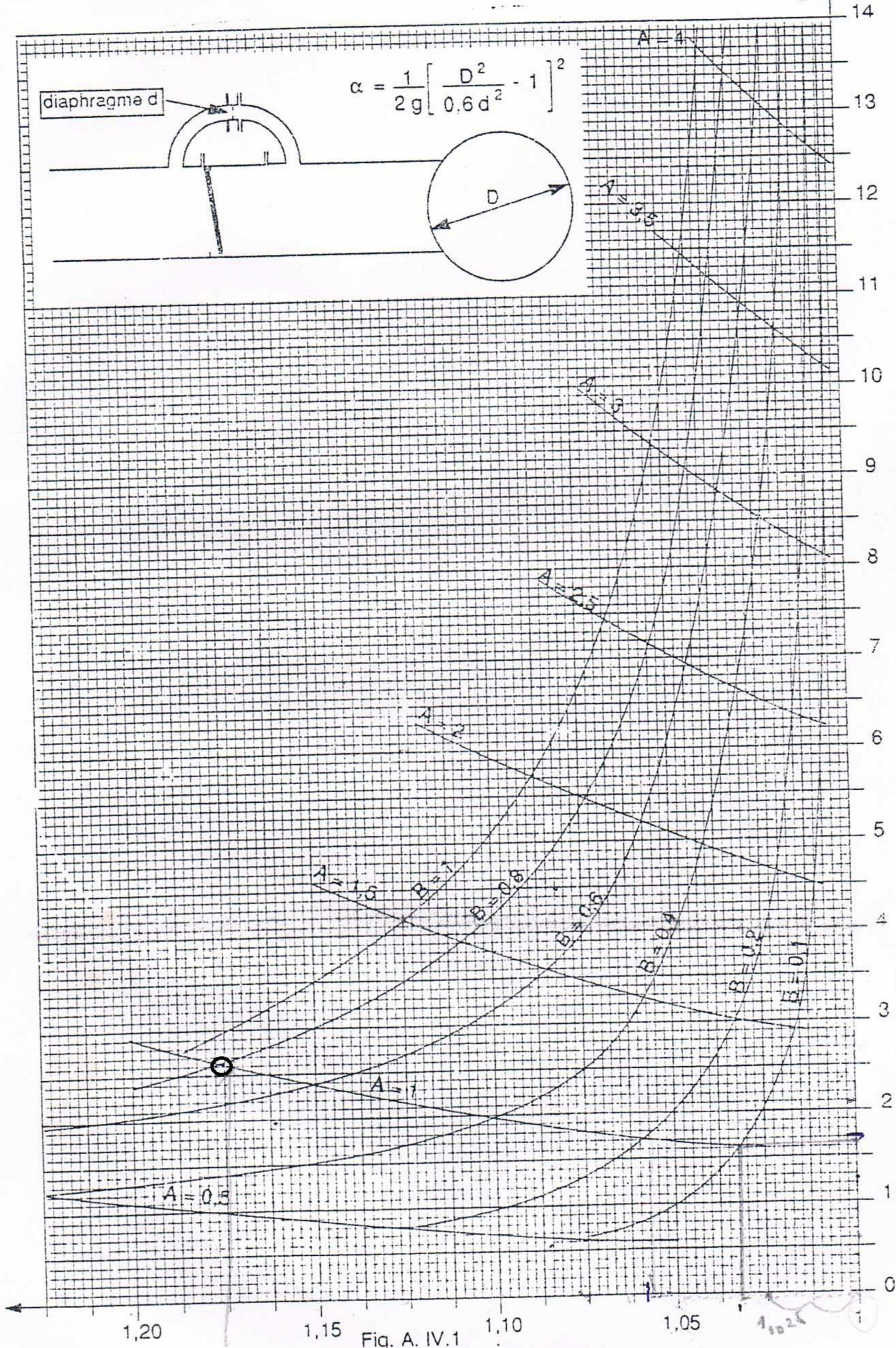


Fig. A. IV.1