

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 du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Meftah (w. Blida).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0023-10

APA Citation (توثيق APA):

Belattar, Zakaria (2010). Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Meftah (w. Blida)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرة 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 GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN
HYDRAULIQUE

Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable.

THEME :

**DIAGNOSTIC DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE DE LA VILLE DE MEFTAHA (W.BLIDA)**

Présenté par :

M^r BELATTAR Zakaria

Promoteur :

M^r A.AYADI

Devant le jury composé de :

Président: M^r B.SALAH

Examineurs: M^r A.HACHEMI

M^r R.KERID

M^r D.KOLIAI

Octobre 2010

Dédicace

À tous ceux qui me sont chers.

BELATTAR ZAKARIA

Remerciements

Louange à Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être.

Je remercie le bon Dieu qui ma orientés au chemin du savoir et ma ouvert les portes de la science.

Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à mon promoteur M_r AYADI. A pour son orientation, ses conseils judicieux, ses riches enseignements et sa constante disponibilité dans le but que je réalise à bien ce projet de fin d'étude.

Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, sans oublier tout le personnel de l'ENSH.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce travail.

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail

BELATTAR ZAKARIA

ملخص:

العمل الذي نقوم به يهدف إلى دراسة كيفية إعادة ترميم نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة مفتاح، بمعنى تحديد النقائص الموجودة في نظام جلب و توزيع المياه وكذلك هياكل التخزين (خزانات المياه) و أيضا مراجعة سعة الشبكة الحالية لإيصال التدفقات التي نحتاجها لأفاق الدراسة (2040).
هذه المراجعة سمحت لنا بإعطاء بعض التعديلات والنصائح لتحسين التزويد بالمياه الصالحة للشرب للمدينة بهدف إرضاء المستهلكين الذين يعانون من نقص فادح في المياه.
كما نذكر أيضا طرق الصيانة وعمليات المراقبة التي تجرى على منشآت الري.

Résumé :

Notre travail consiste à faire une étude de réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville Meftah, 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 aussi les notions et les opérations de contrôle et d'entretien à effectuer sur tous les ouvrages hydrauliques.

Summary:

Our work consists to study the rehabilitation of the water feeding system out of drinking water of the town of Meftah, i.e. the determination of the failures of the adduction and distribution system as well as the works of storage (water tanks) and 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 modifications 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 01 : Présentation de la ville de Meftah

| | |
|--------------------------------------|---|
| Introduction..... | 1 |
| I.1. Situation géographique | 1 |
| I.2.Situation climatique..... | 3 |
| 2.1. Le climat | 3 |
| 2.2. Pluviométrie | 3 |
| 2.3. Température | 3 |
| 2.4. Evaporation | 4 |
| 2.5. Les vents | 4 |
| I.3. Situation géologique | 4 |
| 3.1. La plaine | 4 |
| 3.2. La montagne | 5 |
| I.4. Situation Hydrogéologique | 5 |
| I.5. Situation Hydrologique | 6 |
| Conclusion | 6 |

Chapitre 02 : Caractéristiques du réseau

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 7 |
| II.1. Présentation de la situation existante | 7 |
| II.2. Les ressources souterraines | 7 |
| 2.1. Les forages | 7 |
| II.3. Les ressources superficielles | 9 |
| 3.1. Les adductions | 9 |
| 3.2. Les ouvrages de stockage | 10 |
| 3.3. Les stations de pompage | 11 |
| 3.4. L'état du réseau de distribution | 11 |
| Conclusion..... | 16 |

Chapitre 03 : Besoin en eau et débit de consommation

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 17 |
| III.1. Estimation de la population à l'horizon d'étude | 18 |
| III.2. Evaluation des débits | 18 |
| 2.1 Généralité..... | 18 |
| 2.2 Choix de la dotation..... | 18 |
| 2.3. Consommation moyenne journalière | 19 |
| 2.4. Besoins en eau actuels par catégorie | 19 |
| III.3. Coefficient d'irrégularité | 21 |
| 3.1. Coefficient d'irrégularité maximale ($K_{max,j}$) | 21 |
| 3.2. Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$)..... | 22 |
| 3.3. Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$) | 22 |
| 3.4. Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min,h}$) | 23 |
| III.4. Détermination des débits journaliers | 23 |
| 4.1. Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$) | 23 |
| 4.2. Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$) | 23 |
| III.5. Détermination des débits horaires..... | 24 |
| 5.1. Débit moyen horaire | 24 |
| 5.2. Détermination du débit maximum horaire | 25 |
| III.6. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant | 25 |
| III.7. Détermination des graphiques de consommation actuelle..... | 28 |
| III.8. Besoins en eau par catégorie pour les horizons 2020,2030 et 2040 | 29 |
| 8.1. Besoins en eau (court terme 2020) | 29 |
| 8.2. Besoins d'équipements à moyen et long terme..... | 30 |
| III.9. Le débit moyen journalier | 31 |
| III.10. Le débit maximal et minimal journalier | 31 |
| III.11. Le débit maximal et minimal horaire | 31 |
| III.12. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants | 32 |
| III.13. Détermination des graphiques de consommation | 33 |
| III.14. Détermination des débits de consommation Pour l'horizon actuel | 36 |
| 14.1. Cas de pointe | 36 |
| 14.2. Cas de pointe + incendie..... | 45 |
| Conclusion..... | 45 |

Chapitre 04 : Elaboration du modèle hydraulique

| | |
|---------------------|----|
| Introduction :..... | 46 |
|---------------------|----|

| | |
|---|----|
| IV.1. Description du logiciel WATER CAD : | 46 |
| IV.2. Fonction et application : | 46 |
| IV.3. Dimensionnement du réseau : | 46 |
| 3.1 calcul de la perte de charge : | 48 |
| 3.2 La pression de service : | 51 |
| Conclusion : | 51 |

Chapitre 05 : Diagnostic de réseau actuel de la ville

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 52 |
| V.1. Simulation de réseau a l'état actuel | 52 |
| 1.1 Cas de pointe..... | 52 |
| Conclusion..... | 59 |

Chapitre 06 : Aménagement, renouvellement et recommandation

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 60 |
| VI.1. Aménagement, renouvellement et recommandation du système d'AEP de la ville | 60 |
| 1.1. Concernant les forages..... | 60 |
| 1.2. Concernant la station de pompage | 61 |
| 1.3. Concernant les adductions..... | 61 |
| 1.4. Concernant les ouvrages de stockage..... | 61 |
| 1.5. Concernant le réseau de distribution de la ville | 62 |
| VI.2. Optimisations de la pression dans le réseau | 62 |
| 2.1. Calcul des ouvrages de stockage..... | 63 |
| 2.2. Rôle de réservoir..... | 63 |
| 2.3. Détermination de la capacité du réservoir..... | 63 |
| 2.4. Optimisations de la vitesse d'écoulement dans le réseau..... | 65 |
| 2.5. Aménagements de réseau | 69 |
| VI.3. Simulation du réseau | 69 |
| 3.1. Cas de pointe..... | 69 |
| 3.2. Cas de pointe + incendie | 80 |
| Conclusion..... | 86 |

Chapitre 07 : Projection du réseau a l'horizon 2030

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 87 |
| VII.1. Calcul des débits aux nœuds pour 2040 | 87 |
| 1.1. Cas de pointe..... | 87 |
| 1.2. Cas de pointe+incendie | 95 |

| | |
|---|-----|
| VII.2. Réhabilitation de réseau au cours des années | 96 |
| 2.1. De l'état actuel au 2020 | 96 |
| 2.2. De 2020 au 2030 | 96 |
| 2.3. De 2030 au 2040 | 96 |
| VII.3. Simulation de réseau pour d'année 2040 | 98 |
| 3.1. Cas de pointe..... | 98 |
| 3.2. Cas de pointe+incendie | 98 |
| Conclusion..... | 116 |

Chapitre 08 : La concentration du chlore dans le réseau

| | |
|--|-----|
| Introduction..... | 117 |
| VIII.1. Moyens de désinfection..... | 117 |
| 1.1. Le chlore..... | 117 |
| 1.2. Le brome | 117 |
| 1.3. L'ozone..... | 117 |
| 1.4. Rayons ultraviolets..... | 117 |
| VIII.2. Objectif de la chloration..... | 118 |
| VIII.3. Les paramètres influent sur la désinfection par le chlore..... | 118 |
| VIII.4. Le principe de la stérilisation par le chlore résiduel libre | 119 |
| VIII.5. Calcule de la concentration du chlore résiduel dans le réseau..... | 119 |
| Conclusion..... | 122 |

CONCLUSION GENERAL

Annonciations.

Référence bibliographique.

Liste des tableaux :

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : Pluie maximale journalière pour l'année 2008- 2009..... | 3 |
| Tableau 02 : Répartition mensuelle de la température..... | 3 |
| Tableau 03 : Répartition mensuelle de l'évaporation..... | 4 |
| Tableau 04 : Récapitulation des caractéristiques des forages | 9 |
| Tableau 05 : Récapitulation des caractéristiques des conduites d'adduction..... | 10 |
| Tableau 06 : Récapitulation des caractéristiques des ouvrages de stockage | 10 |
| Tableau 07 : L'état du réseau de distribution déjà existant..... | 12 |
| Tableau 08 : Evaluation de la population | 17 |
| Tableau 09 : Besoins domestiques..... | 19 |
| Tableau 10 : Les besoins des équipements administratifs | 19 |
| Tableau 11 : Les besoins des équipements scolaires | 20 |
| Tableau 12 : Les besoins des équipements sanitaires | 20 |
| Tableau 13 : Les besoins des équipements socioculturels | 20 |
| Tableau 14 : Les besoins des équipements commerciaux..... | 21 |
| Tableau 15 : Récapitulation des besoins en eaux de la ville..... | 21 |
| Tableau 16 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants | 22 |
| Tableau 17 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants | 23 |
| Tableau 18 : Calcul de la consommation maximale journalière | 24 |
| Tableau 19 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants | 26 |
| Tableau 20 : Détermination le débit maximum horaire..... | 27 |
| Tableau 21 : Evaluation des besoins administratifs en 2020 | 29 |
| Tableau 22 : Evaluation des besoins scolaires en 2020..... | 29 |
| Tableau 23 : Evaluation des besoins sanitaires en 2020 | 29 |
| Tableau 24 : Evaluation des besoins socioculturels en 2020..... | 30 |
| Tableau 25 : Evaluation des besoins commerciaux en 2020..... | 30 |
| Tableau 26 : évaluation des besoins d'équipements pour les horizons 2020,2030 et 2040..... | 30 |
| Tableau 27 : Evaluation des débits moyens journaliers..... | 31 |
| Tableau 28 : Evaluation des débits maximaux et minimaux journaliers..... | 31 |
| Tableau 29 : Evaluation des débits maximaux et minimaux horaires | 31 |
| Tableau 30 : Evaluation des débits maximaux et minimaux horaires | 32 |
| Tableau 31 : Détermination des débits aux nœuds (cas de pointe)..... | 37 |
| Tableau 32 : Les constantes α , β et γ en fonction de la rugosité absolue ε | 49 |
| Tableau 33 : Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS C_{HW} en fonction de matériaux des conduites..... | 49 |
| Tableau 34 : Les résultats de la simulation pour les conduites du réseau | 52 |
| Tableau 35 : Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau | 56 |
| Tableau 36 : Le déficit d'eau dans le réseau actuel..... | 60 |
| Tableau 37 : Les données des robinets vannes de séparation..... | 62 |
| Tableau 38 : Représente la vitrification de la capacité de stockage actuel | 64 |
| Tableau 39 : Représente la capacité de stockage en 2040..... | 65 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 40 : Les conduites projetées de la zone haute..... | 66 |
| Tableau 41 : Les conduites projetées de la zone moyenne | 67 |
| Tableau 42 : Les conduites projetées de la zone basse | 68 |
| Tableau 43 : Les résultats de la simulation pour les conduite cas de pointe | 70 |
| Tableau 44 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe | 70 |
| Tableau 45 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe..... | 70 |
| Tableau 46 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe | 71 |
| Tableau 47 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe | 72 |
| Tableau 48 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe | 74 |
| Tableau 49: Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe+incendie | 80 |
| Tableau 50 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe+incendie .. | 80 |
| Tableau 51 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe+incendie | 81 |
| Tableau 52 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe+incendie .. | 82 |
| Tableau 53 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe+incendie | 83 |
| Tableau 54 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe+incendie...85 | 85 |
| Tableau 55 : Calcule des débits aux nœuds à l’horizon 2040 | 88 |
| Tableau 56 : Calcule des débits aux nœuds à l’horizon 2040..... | 89 |
| Tableau 57 : Calcule des débits aux nœuds à l’horizon 2040..... | 91 |
| Tableau 58 : Les conduites projetées de la zone basse..... | 96 |
| Tableau 59 : Les conduites projetées de la zone moyenne..... | 97 |
| Tableau 60 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)..... | 99 |
| Tableau 61 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)..... | 99 |
| Tableau 62 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)..... | 99 |
| Tableau 63 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)..... | 101 |
| Tableau 64 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)..... | 102 |
| Tableau 65 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)..... | 104 |
| Tableau 66 : Résultats de la simulation des conduites en 2040 (pointe+incendie)..... | 110 |
| Tableau 67 : Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)..... | 110 |
| Tableau 68 : Résultats de la simulation des conduites en 2040 (pointe+incendie)..... | 110 |
| Tableau 69 : Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)..... | 112 |
| Tableau 70 : Résultats de la simulation des conduites en 2040 (pointe+incendie)..... | 113 |
| Tableau 71 : Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)..... | 115 |
| Tableau 72 : Concentration du chlore aux nœuds à l’heure de consommation minimale | 120 |

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure 01 : Situation géographique..... | 2 |
| Figure 02 : L'état actuel de forage 1 | 7 |
| Figure 03 : L'état actuel de forage 2 | 8 |
| Figure 04 : L'état actuel de forage 3 | 8 |
| Figure 05 : L'état actuel de forage 4 | 9 |
| Figure 06 : L'état actuel de réservoir de 5000 m ³ | 11 |
| Figure 07 : L'état actuel de réservoir de 1500 m ³ | 11 |
| Figure 08 : Le graphique de consommation actuelle..... | 28 |
| Figure 09 : La courbe intégrale | 28 |
| Figure 10 : Le graphique de consommation pour 2020..... | 33 |
| Figure 11 : La courbe intégrale pour 2020..... | 33 |
| Figure 12 : Le graphique de consommation pour 2030..... | 34 |
| Figure 13 : La courbe intégrale pour 2030..... | 34 |
| Figure 14 : Le graphique de consommation pour 2040..... | 35 |
| Figure 15 : La courbe intégrale pour 2040..... | 35 |
| Figure 16 : Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation | 48 |
| Figure 17 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2.76 | |
| Figure 18 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de consommation maximale 09 h..... | 77 |
| Figure 19 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de consommation minimale 00 h | 78 |
| Figure 20 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-18.79 | |
| Figure 21 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-42.79 | |
| Figure 22 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2.106 | |
| Figure 23 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau en 2040 à l'heure de consommation maximale 08 h | 107 |
| Figure 24 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau 2040 à l'heure de la consommation minimale 03 h..... | 108 |
| Figure 25 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-18..... | 109 |
| Figure 26 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-42.. | 109 |

Liste des planches :

Planche 01 : Plan de réseau d'AEP existant actuellement.

Planche 02 : Plan de réseau d'AEP en 2040.

Planche 03 : Les profils de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel pour les trois zones à l'état actuel.

Planche 04 : Les profils de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel en 2040 pour les trois zones.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau source de la vie et de développement compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement sociale et économique du pays.

Dans ce contexte même l'homme conscient du caractère vital de cette durée précieuse, n'a cessé de s'organiser depuis des millénaires pour maîtriser la science relative à l'eau, ainsi des méthodes empiriques d'approvisionnement, on assiste actuellement à des complexes systèmes de captage, d'adduction et de distribution d'eau à des degrés de potabilité constamment améliorés.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le thème de notre travail, "Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Meftah".

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 y remédiés.

Et enfin 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 I :

Présentation de la ville de Meftah

Introduction:

Toute étude d'AEP d'une zone urbanisée, d'un espace libre ou d'une zone d'extension raccordée au réseau existant tien compte de tous les facteurs (topographie, l'urbanisme, climat, qualité des sols,...).

I .1. Situation géographique :

De point de vue administratif, La commune de Meftah qui est également un chef lieu de daïra est situé dans la wilaya de Blida au sud d'Alger à proximité de l'oued EL Harrach à l'extrême est de la plaine de la MITIDJA elle s'étend sur une superficie de 5512 ha et elle est limitée par:

- **A l'est** par la wilaya de Boumerdes.
- **Au nord** par la wilaya de D'Alger.
- **Au sud** par les communes de Djababra et Souhane (wilaya de Blida).
- **A l'ouest** par la commune de Larbaa (wilaya de Blida).

Cette commune est composée d'un ensemble d'agglomérations dénommées :

- Agglomération chef lieu : ville de Meftah.
- Agglomération secondaire : Sidi Hamad, EL Mhada, EL Hanaichia, EL Bour, Souakria.



Figure 01 : Situation géographique

I.2. Situation climatique :

2.1. Le climat :

Par sa situation géographique, la ville de Meftah a un climat méditerranéen semi-aride, les mois les plus froids sont janvier et février, les mois les plus chauds sont juillet et août.

2.2. Pluviométrie :

Selon les données de la station météorologique de Larbaa, la ville de Meftah est caractérisée par des précipitations annuelles variant entre 201,1 et 968 mm.

Les pluies sont généralement irrégulières et surtout torrentielles. La sécheresse caractérise le mois de Juin, Juillet, et Août, mais elles peuvent être précoces (Mai).

Tableau 01: pluie maximale journalière pour l'année 2008– 2009

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Janv | Fev | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Août | Annuel |
|-------------------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|----------------|
| Pluviométrie (mm) | 42,2 | 47,6 | 40 | 32 | 30 | 13,2 | 24,7 | 19 | 19,6 | 0,9 | 5,5 | 0 | $\Sigma=274,7$ |

Source : L'ANRH (Blida) 2008

2.3. Température :

La température moyenne mensuelle est d'environ 22°C. Les températures extrêmes enregistrées sont 1°C et 45,5°C localisées en janvier et en juillet atteintes avec des fréquences faibles. Dans le mois de janvier, la température moyenne mensuelle varie le plus souvent entre 6,4°C et 16,8°C alors qu'en juillet elle est située entre 26,5°C et 35,7°C.

Tableau 02 : Répartition mensuelle de la température.

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Janv | Fev | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Août |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T (°c) | | | | | | | | | | | | |
| Max | 27,9 | 25,6 | 19,9 | 18,6 | 16,8 | 17,4 | 17,6 | 19,1 | 23,9 | 26,5 | 35,7 | 34,2 |
| Min | 22 | 17,1 | 13,4 | 10,5 | 6,4 | 7,7 | 12,6 | 12,9 | 17 | 22,2 | 26,5 | 27,3 |
| Moy | 25 | 20,2 | 10,8 | 16,2 | 11,3 | 12,3 | 15 | 16 | 20,3 | 19,6 | 33 | 31,9 |

Source : L'ANRH (Blida) 2008

2.4. Evaporation:

L'évaporation mensuelle varie de 21,5 à 308,9 mm. Sa répartition mensuelle montre une croissance irrégulière du mois de septembre au mois d'aout.

Tableau 03 : Répartition mensuelle de l'évaporation.

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Janv | Fev | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aoû |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ev (mm) | | | | | | | | | | | | |
| Max | 156,6 | 192,3 | 195,5 | 224,1 | 170,3 | 209,7 | 186,4 | 162,7 | 308,9 | 277,4 | 281,4 | 233,4 |
| Min | 48,41 | 23,2 | 38,8 | 28,4 | 26,4 | 44,8 | 31,1 | 70,8 | 80,5 | 56,6 | 40 | 153,6 |
| Moy | 102,5 | 107,8 | 117,2 | 126,3 | 98,35 | 127,3 | 108,8 | 116,8 | 194,7 | 167 | 160,7 | 193,5 |

Source : L'ANRH (Blida) 2008

2.5. Les vents :

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction : ouest, nord -ouest dans la période allant du mois d'octobre au mois de Mai, et d'est, sud-est de Juin à septembre avec une vitesse de 3,6 km/h.

I .3. Situation géologique :

3.1. La plaine :

Elle couvre plus et de 65% de la commune (3583 ha) et elle est à caractère agricole.

➤ Morphologie :

La plaine est dirigée vers le nord avec une pente de 5,5% et de 6% d'est en ouest.

➤ Géologie :

Les faciès géologique sont formés d'une épaisse couche de sédiments alluvionnaires quaternaires.

D'alluvions de basses terrasses, et des terrasses des vallées.

3.2. La montagne :

Elle couvre la partie sud de la ville de Meftah, et occupe environ 35% de la surface communale.

➤ Morphologie :

Cet ensemble montagneux est constitué d'une série de hautes collines d'altitudes atteignant 509m et séparées par les oueds précités .les pentes sont fortes et supérieurs à 15%.

➤ Géologie :

La composition géologique de la zone montagneuse est variable, des roches constituées d'argiles, des marnes, des grés et de quartzites.

➤ Géotechnique :

L'aspect Géotechnique est distingué par trois classes de terrain :

- classe de terrain favorable.
- classe de terrain moyennement favorable.
- classe de terrain défavorable.

➤ Topographie :

La ville de Meftah est caractérisée par un relief montagneux très accidenté.

De ce fait, elle présente l'avantage du temps d'écoulement très bref dans ces circonstances et par conséquent, l'augmentation du coefficient de ruissellement.

I.4. Situation Hydrogéologique :

Le contexte hydrogéologique détermine la présence d'une nappe aquifère d'une profondeur moyenne variant de 10 à 20 mètre, et elle est alimentée par :

- L'infiltration des eaux de pluie.
- L'infiltration des eaux des oueds.

I.5. Situation Hydrographique :

De nombreux affluents déversant leurs eaux dans les principaux oueds traversant la commune, tel que :

- Oued Makhfi prolongement de l'oued Sidi Hamad.
- Oued Zerga communiquant avec l'oued Mokfi.
- Oued Khadra.

D'autres cours d'eaux secondaires, sont concernés par les rejets tel que oued Souakria, oued Hanaichia et d'autres communiquant avec les oueds cités plus haut.

Conclusion :

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue, géologie, hydrogéologie et hydrographie. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

Chapitre II :

Caractéristiques du réseau

Introduction :

L'objet de ce chapitre est de vérifier l'état du système d'alimentation en eau de la ville de Meftah, et la détermination des défaillances du système de refoulement et du réseau de distribution.

II.1. Présentation de la situation existante :

Le système d'alimentation en eau potable actuel du centre urbain de Meftah est composé d'un champs de captage formé principalement de quatre (04) forages, des conduites de refoulement à partir des forages vers une station de pompage située à l'entrée nord de Meftah. De cette dernière ensuite, est alimenté par refoulement le réservoir circulaire semi-enterré de 5000m³.

Le réseau de distribution étant principalement alimenté à partir du 5000m³ étant donné que le réservoir semi-enterré de 1500m³. Concernant les adductions, les seules étant en marche sont :

- Celle collectant les forages F1, F2, F3 dont le diamètre est DN 400mm en amiante ciment et refoulant l'eau potable vers la station de reprise principale.
- Celle partant du forage F4 et allant directement vers la même station principale avec un diamètre DN 200mm en PVC.

II.2. Les ressources souterraines :

2.1. Les forages :

Les forages, destinés à l'alimentation en eau potable de la ville de Meftah, sont situés au Nord de la ville.

➤ Le forage 1 :



Figure 02 : L'état actuel de forage 1

➤ Le forage 2 :

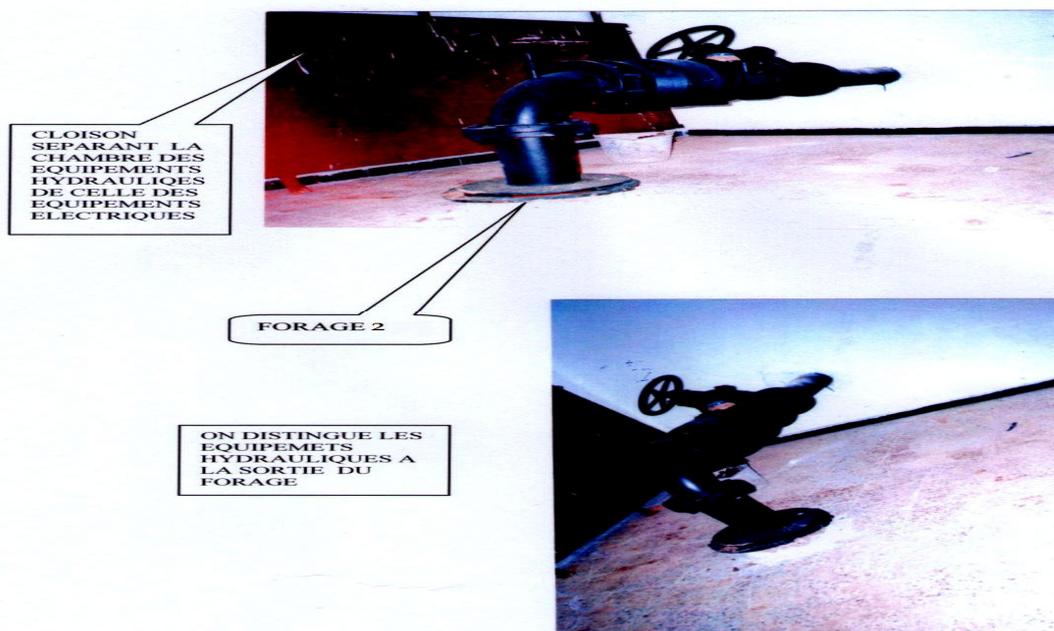


Figure 03 : L'état actuel de forage 2

➤ Le forage 3 :

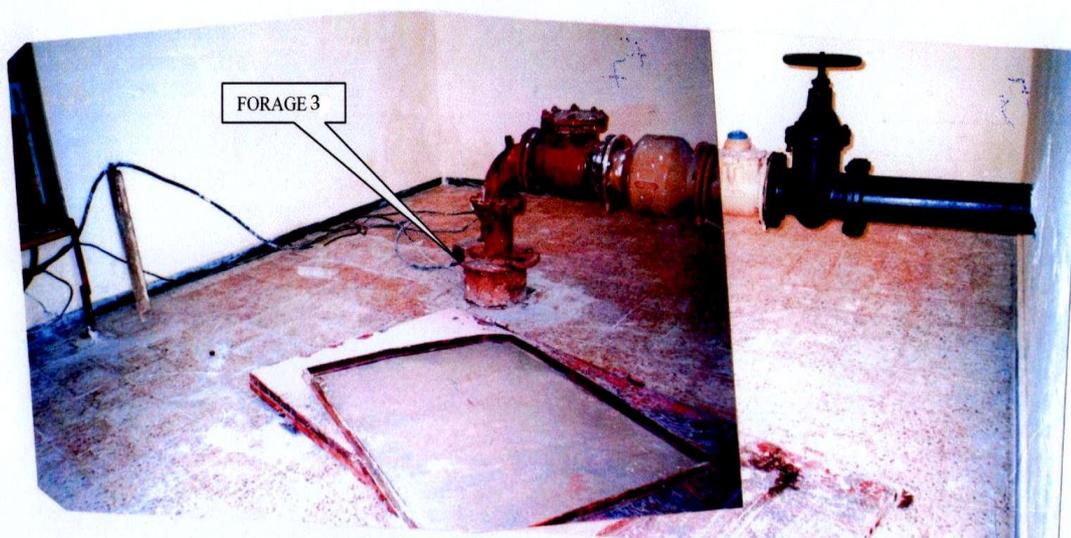


Figure 04 : L'état actuel de forage 3

➤ Le forage 4 :

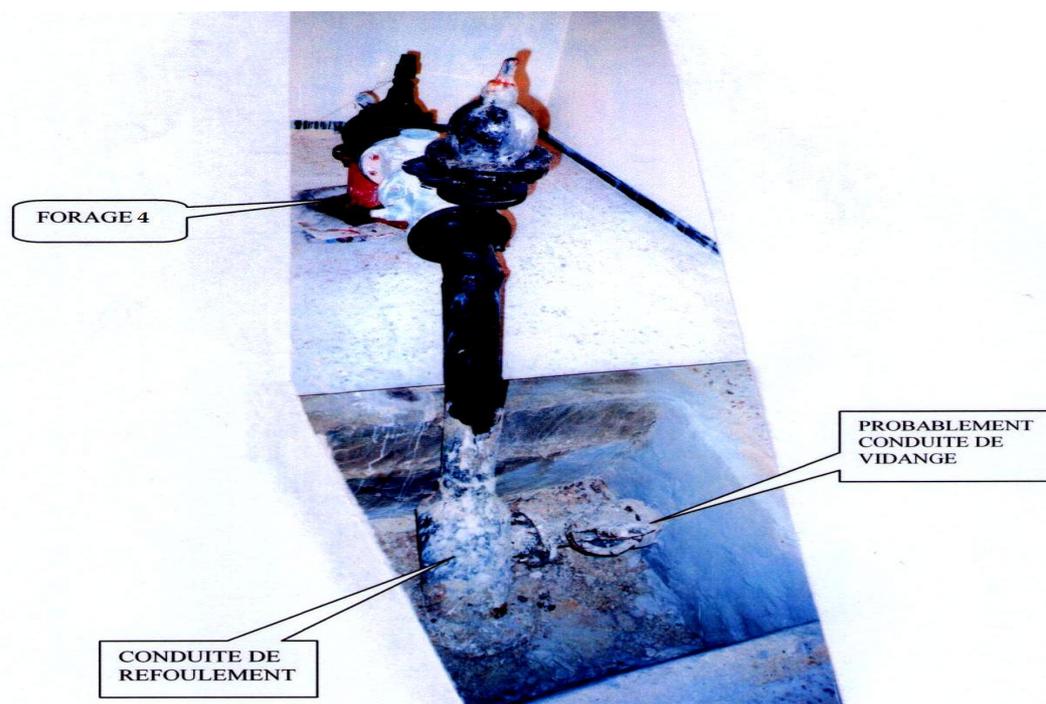


Figure 05 : L'état actuel de forage 4

Remarque :

On distingue quelques remarques dans ces forages qui sont :

- Le bâti de l'armoire de commande et l'abri du forage sont séparés.
- Il existe des équipements hydrauliques à la sortie des forages.
- Manques des entretient.
- La corrosion au niveau des équipements.

Tableau 04 : Récapitulation des caractéristiques des forages

| Dénomination | Caractéristiques des forages | | | | |
|--------------|------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------|
| | Débit d'exploitation (l/s) | Niveau statique (m) | Niveau dynamique (m) | Profondeur (m) | Diamètre du forage (pouce) |
| Forage F1 | 12 | -61,41m | -89,11m | 210 m | 13''3/8 |
| Forage F2 | 14 | -24,82m | -60,35m | 98 m | 13''3/8 |
| Forage F3 | 10 | -53,08m | -84m | 98 m | 13''3/8 |
| Forage F4 | 25 | -34,70m | -47,90m | 150 m | 12'' |

II.3. Les ressources superficielles :

3.1. Les adductions :

La partie d'adduction du réseau est possédée d'un champ de captage, qui contient 04 forages refoulent l'eau vers la station de pompage principale et ce dernier refoule aussi à partir d'une conduite de diamètre de 400mm en fonte, l'eau vers le réservoir de 5000m³. Les caractéristiques des conduites d'adduction sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Récapitulation des caractéristiques des conduites d'adduction

| Départ | Arrivée | Caractéristiques de la conduite | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------|
| | | Diamètre (mm) | Longueur (m) | Matériau |
| Forage F2 | la 1 ^{ère} collection | 300 | 133,5 | A. Ciment |
| Forage F3 | | 300 | 248 | A. Ciment |
| Forage F1 | la 2 ^{ème} collection | 300 | 20 | A. Ciment |
| la 1 ^{ère} collection | | 400 | 230 | A. Ciment |
| la 2 ^{ème} collection | Station de pompage principale | 400 | 1024,5 | A. Ciment |
| Forage F4 | | 200 | 1570 | A. Ciment |
| Station de pompage principale | reservoir de 5000 m ³ | 400 | 2070 | fonte |

3.2. Les ouvrages de stockage :

La capacité totale des ouvrages de stockage existants destinés pour l'alimentation de la ville de Meftah est de 6500 m³.

Tableau 06 : Récapitulation des caractéristiques des ouvrages de stockage

| Emplacement des réservoirs | Type du réservoir | Capacité (m ³) | Côtes | |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|------------|--------------|
| | | | Radier (m) | T .Plein (m) |
| Ville de Meftah | Semi enterré | 1500 | 129,00 | 134,00 |
| | Semi enterré | 5000 | 220,50 | 226,50 |

- Réservoir de 5000 m³ :



Figure 06 : L'état actuel de réservoir de 5000 m³

- Réservoir de 1500 m³ :



Figure 07 : L'état actuel de réservoir de 1500 m³

Remarque :

- Les deux réservoirs sont en bon état mais il n'y a pas des interventions régulières pour faire le nettoyage.
- Pas des protections externes au niveau de réservoir de 5000 m³.

3.3. Les stations de pompages :

La station de pompage principale **SPP** située à l'entrée nord du centre ville de Meftah, va recevoir l'eau provenant des forages F1, F2, F3 et F4 et alimente le réservoir de distribution de 5000 m³ par le biais d'une conduite d'adduction d'environ 2000 ml en DN 400mm fonte.

3.4. L'état du réseau de distribution :

Le réseau principal de distribution en eau potable existant de la ville de Meftah a une longueur totale de 21,5 Kilomètres, avec des diamètres de ses conduites qui composent son ossature variant de 80mm à 400mm. Le matériau des tronçons réalisés en 1991, est majoritairement l'amiante-ciment et la fonte.

Tableau 07 : L'état du réseau de distribution déjà existant

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-1 | T-1 | J-1 | 284,7 | 250 | A.ciment | Etat moyen |
| P-3 | J-1 | J-7 | 455,35 | 200 | A.ciment | Etat moyen |
| P-2 | J-1 | J-2 | 187,28 | 200 | A.ciment | Etat moyen |
| P-4 | J-2 | J-3 | 190,77 | 100 | PVC | Etat moyen |
| P-5 | J-2 | J-4 | 156,09 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-6 | J-4 | J-5 | 214,7 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-7 | J-5 | J-6 | 197,82 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-8 | J-6 | J-14 | 162,57 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-10 | J-7 | J-8 | 188,96 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-11 | J-8 | J-9 | 119,83 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-12 | J-9 | J-10 | 188,43 | 80 | FONTE | Etat moyen |
| P-13 | J-10 | J-11 | 128,07 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-14 | J-8 | J-11 | 182,97 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-15 | J-11 | J-12 | 31,85 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-16 | J-12 | J-13 | 139,45 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-17 | J-13 | J-14 | 258,14 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-18 | J-14 | J-15 | 180,4 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-19 | J-15 | J-16 | 274,79 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-20 | J-16 | J-56 | 94,44 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-21 | J-15 | J-17 | 46,85 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-22 | J-17 | J-54 | 277,1 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-23 | J-17 | J-13 | 286,36 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-24 | J-12 | J-18 | 295,92 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-25 | J-18 | J-19 | 228,29 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-26 | J-18 | J-20 | 229,51 | 80 | FONTE | Etat moyen |
| P-27 | J-19 | J-51 | 228,16 | 150 | FONTE | Etat moyen |
| P-28 | J-20 | J-21 | 338,15 | 200 | FONTE | Etat moyen |
| P-29 | J-20 | J-9 | 149,57 | 200 | FONTE | Etat moyen |
| P-30 | J-21 | J-22 | 70,31 | 200 | PVC | Etat moyen |
| P-31 | J-21 | J-23 | 104,21 | 250 | PVC | Etat moyen |

Tableau 07 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-32 | J-22 | J-40 | 10,75 | 300 | FONTE | Etat moyen |
| P-33 | J-22 | J-46 | 105,35 | 300 | FONTE | Etat moyen |
| P-34 | J-23 | J-24 | 26,13 | 250 | A.ciment | Etat moyen |
| P-35 | J-24 | J-25 | 271,59 | 250 | A.ciment | Etat moyen |
| P-36 | J-25 | J-26 | 226,81 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-37 | J-26 | J-27 | 352,27 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-38 | J-27 | J-59 | 21,3 | 200 | FONTE | Etat moyen |
| P-39 | J-27 | J-28 | 27,02 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-40 | J-28 | J-29 | 74,1 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-41 | J-28 | J-39 | 175,66 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-42 | J-29 | J-30 | 153,88 | 150 | A.ciment | Etat moyen |
| P-43 | J-30 | J-31 | 171,25 | 100 | A.ciment | Bon etat |
| P-44 | J-31 | J-32 | 265,16 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-45 | J-32 | J-29 | 307,82 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-46 | J-30 | J-39 | 172,1 | 100 | FONTE | Etat moyen |
| P-47 | J-31 | J-33 | 118,45 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-48 | J-33 | J-37 | 252,61 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-49 | J-33 | J-34 | 276,81 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-50 | J-34 | J-35 | 247,14 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-51 | J-35 | J-36 | 31,39 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-52 | J-35 | J-37 | 158,47 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-53 | J-36 | J-91 | 250,7 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-54 | J-37 | J-38 | 326,56 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-55 | J-38 | J-39 | 15,59 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-56 | J-38 | J-86 | 224,14 | 100 | A.ciment | Etat moyen |
| P-57 | T-2 | J-40 | 88,89 | 300 | FONTE | Etat moyen |
| P-58 | J-40 | J-41 | 222 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-59 | J-41 | J-42 | 296,06 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-60 | J-42 | J-43 | 55,51 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-61 | J-42 | J-45 | 266,54 | 200 | FONTE | Etat moyen |

Tableau 07 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-62 | J-43 | J-44 | 260,32 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-63 | J-44 | J-45 | 66,81 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-64 | J-44 | J-49 | 220,94 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-65 | J-44 | J-64 | 11,06 | 250 | FONTE | Moyen état |
| P-66 | J-45 | J-46 | 311,75 | 250 | PVC | Moyen état |
| P-67 | J-46 | J-47 | 244,32 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-68 | J-46 | J-58 | 501,48 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-69 | J-47 | J-48 | 245,72 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-70 | J-48 | J-49 | 113,15 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-71 | J-49 | J-65 | 11,33 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-72 | J-49 | J-50 | 76,91 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-73 | J-50 | J-51 | 101,06 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-74 | J-51 | J-52 | 108,66 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-75 | J-52 | J-53 | 102,73 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-76 | J-53 | J-54 | 192,78 | 100 | A.ciment | Moyen état |
| P-77 | J-54 | J-55 | 71,37 | 100 | A.ciment | Moyen état |
| P-78 | J-52 | J-55 | 134,32 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-79 | J-55 | J-56 | 119,1 | 110 | PVC | Moyen état |
| P-80 | J-56 | J-57 | 383,06 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-81 | J-58 | J-61 | 98,11 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-82 | J-58 | J-59 | 194,51 | 200 | FONTE | Moyen état |
| P-83 | J-59 | J-60 | 103,26 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-84 | J-60 | J-61 | 164,43 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-85 | J-61 | J-62 | 117,04 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-86 | J-62 | J-63 | 135,8 | 80 | A.ciment | Bon état |
| P-87 | J-63 | J-64 | 269,27 | 150 | A.ciment | moyen état |
| P-88 | J-63 | J-77 | 183,29 | 150 | A.ciment | moyen état |
| P-89 | J-64 | J-71 | 191,06 | 150 | A.ciment | moyen état |
| P-90 | J-64 | J-65 | 219,08 | 150 | A.ciment | moyen état |
| P-91 | J-65 | J-66 | 43,42 | 150 | A.ciment | moyen état |

Tableau 07 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-92 | J-66 | J-67 | 186,93 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-93 | J-67 | J-68 | 221,8 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-94 | J-67 | J-70 | 208,17 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-95 | J-68 | J-69 | 203,78 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-96 | J-69 | J-70 | 210,3 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-97 | J-69 | J-73 | 255,5 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-98 | J-70 | J-71 | 33,17 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-99 | J-71 | J-72 | 208,8 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-100 | J-72 | J-73 | 195,16 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-101 | J-73 | J-74 | 112,65 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-102 | J-72 | J-77 | 58,33 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-103 | J-74 | J-75 | 120,6 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-104 | J-75 | J-76 | 217,77 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-105 | J-75 | J-80 | 121,32 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-106 | J-76 | J-77 | 121,58 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-107 | J-76 | J-78 | 169,11 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-108 | J-78 | J-79 | 17,76 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-109 | J-78 | J-85 | 182,65 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-110 | J-79 | J-80 | 205,04 | 150 | A.ciment | Moyen état |
| P-111 | J-79 | J-88 | 228,61 | 90 | PVC | Bon état |
| P-112 | J-80 | J-81 | 93,84 | 100 | A.ciment | Moyen état |
| P-113 | J-81 | J-82 | 60,14 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-114 | J-82 | J-83 | 198,69 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-115 | J-83 | J-75 | 69,4 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-116 | J-81 | J-84 | 437,78 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-117 | J-60 | J-85 | 137,71 | 150 | A.ciment | Bon état |
| P-118 | J-85 | J-86 | 215,41 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-119 | J-86 | J-87 | 118,34 | 150 | FONTE | Moyen état |
| P-120 | J-87 | J-89 | 220,14 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-121 | J-89 | J-88 | 168,35 | 100 | FONTE | Moyen état |
| P-122 | J-86 | J-90 | 115,71 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-123 | J-90 | J-91 | 117,33 | 100 | A.ciment | Bon état |
| P-124 | J-90 | J-92 | 139,51 | 100 | A.ciment | Moyen état |
| P-125 | J-88 | J-87 | 81,31 | 150 | FONTE | Moyen état |

Les défaillances existantes sont les suivantes :

- Manque d'entretien.
- Les fuites au niveau des branchements et cassures des conduites
- Les bouches d'incendie et les robinets vanne sont corrodés et le nombre est très limité.

Conclusion

D'après la collection des données que nous avons entrepris nous avons constaté que le réseau actuel de la Meftah présente des points négatifs et positifs.

Du point de vue physique, le réseau d'AEP est considéré en moyenne état à et quelque détérioration dans les forages, la station de pompage et les ouvrage de stockage qui peut être régler facilement par des travaux géni civiles est des accessoires de rechange.

Chapitre III :

Besoins en eau et débits de consommation

Introduction :

Le calcul des besoins en eau d'alimentation pour une agglomération exige une fixation impérative des normes pour chaque catégorie de consommateur. Ces normes doivent rester valables tant que les critères qui ont contribué à l'établissement de ces derniers restent inchangés.

La norme unitaire est définie comme un rapport entre le débit journalier et le nombre unité de consommateur.

Pour l'essentiel, on peut dire que l'évaluation des besoins en eau d'alimentation vise la satisfaction d'un niveau sanitaire générale en étroite relation et dépendance avec le développement socio-économique du pays (l'évolution de la population, l'équipement sanitaires, niveau de vie de la population...).

Dans ce projet, le calcul des besoins se base sur les données de l'APC de Meftah et PDAU du Blida (population et orientation des équipements).

III.1. Estimation de la population à l'horizon d'étude :

En 1997 la population de la ville de Meftah a été estimée à 27285 habitants, pour l'année 2008, la population sera calculée par la relation suivante :

$$P_n = P_0 [1 + \tau]^n$$

Avec :

P_n : population future prise à l'horizon quelconque (hab).

P_0 : population de l'année de référence (hab).

τ : taux d'accroissement annuel de la population. [Égal à 2.5% dans cette région].

n : nombres d'années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.

Dans notre cas : $P_0=27285$ hab.

$$\tau = 2.5\%$$

$$n = 11 \text{ ans } [1997 \div 2008]$$

$$P_{2008}=35800 \text{ hab.}$$

Tableau 08 : Evaluation de la population

| Années | Evaluation de la population [Hab] |
|--------|-----------------------------------|
| 1997 | 27285 |
| 2008 | 35800 |
| 2010 | 37613 |

Source : PDAU (Blida) 2008

III.2. Evaluation des débits

2.1 Généralité

Les quantités des eaux de consommations sont à considérer selon les valeurs des débits de pointe qui conditionnent explicitement les dimensionnements des conduites, les débits seront évalués sur la base des consommations d'eaux globales de l'agglomération observée au jour de la forte consommation de l'année, rapporté à l'unité habitant sur une période de 24 heures.

2.2 Choix de la dotation

En plus de la situation économique du consommateur, de la disponibilité des ressources, de l'utilisation des équipements domestiques modernes et de l'activité industrielle qui influent sur la variation des besoins d'une agglomération, nous avons une variation saisonnière qui atteint un minimum en hiver et un maximum en été, résultante d'une consommation plus élevée au temps chaud et humide et en se basant sur les tendances et les recommandations internationales la dotation moyenne par habitant et par jour, sans tenir compte de l'industrie, se situe comme suit :

Commune rurale

Considérée comme étant une agglomération de moins de 2000 hab la dotation sera 125 l/j /hab et 200l/j/hab. si l'élevage est intensif.

Commune dont la population est supérieure à 2000 hab

- Ville de moins de 50000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 50000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

Donc pour notre cas :

- la dotation actuelle on la prend 180 l/j/hab.
- la dotation à 2040 on la prend 220 l/j/hab.

2.3. Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est le produit de la norme unitaire moyenne journalière, exprimé en mètre cube par jour.

$$Q_{\text{moy},j} = (q_i \times N_i) / 1000 \text{ m}^3/\text{j}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},j}$: consommation moyenne journalière en m³/j.
- q_i : dotation moyenne journalière en l/j/hab.
- N_i : nombre de consommateurs.

2.4. Besoins en eau actuels par catégorie :

2.4.1. Besoins domestiques :

Tableau 09 : Besoins domestiques

| Horizon | Population | Dotation (l/j/hab) | Besoins domestiques (m ³ /j) |
|---------|------------|--------------------|---|
| 2010 | 37613 | 180 | 6770,34 |
| 2020 | 48148 | 200 | 9629,6 |
| 2030 | 61634 | 200 | 12326,8 |
| 2040 | 78896 | 220 | 17357,12 |

2.4.2. Besoins administratifs :

Tableau 10 : évaluation des besoins administratifs

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | $Q_{\text{moy},j}$ (m ³ /j) |
|--------------------|--------|---------|--------|----------------------|--|
| A.P.C 1 | 1 | employé | 30 | 15 | 0,45 |
| Protection civil 1 | 1 | unité | 1 | 25000 | 25 |
| BMPG 1 | 1 | employé | 50 | 15 | 0,75 |
| ENCG 1 | 1 | employé | 40 | 15 | 0,6 |
| SONALGAZ 1 | 1 | employé | 45 | 15 | 0,68 |
| PTT 1 | 1 | employé | 50 | 15 | 0,75 |
| Daïra 1 | 1 | employé | 40 | 15 | 0,6 |
| Sûreté daïra 1 | 1 | agent | 60 | 15 | 0,9 |
| Gendarmerie 1 | 1 | agent | 60 | 50 | 3 |
| FOREMHYD | 1 | employé | 50 | 15 | 0,75 |
| | | | | Total | 33,48 |

2.4.3. Besoins scolaires :

Le tableau ci-dessous résume les résultats.

Tableau 11 : évaluation des besoins scolaires

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|----------------|--------|-------|--------|-------------------------|---|
| Ecole primaire | 8 | élève | 4549 | 15 | 68,24 |
| C.E.M | 5 | élève | 4513 | 15 | 67,70 |
| Lycée | 1 | élève | 1000 | 40 | 40 |
| C.F.P.A | 1 | élève | 1300 | 50 | 65 |
| Technicum | 1 | élève | 330 | 50 | 16,5 |
| | | | | Total | 257,44 |

2.4.4. Besoins sanitaires :**Tableau 12 : évaluation des besoins sanitaires**

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|--------------|--------|---------|--------|-------------------------|---|
| Polyclinique | 1 | patient | 100 | 20 | 2 |
| | | | | Total | 2 |

2.4.5. Besoins socioculturels :**Tableau 13 : évaluation des besoins socioculturels**

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|----------|--------|-------------------------|---|
| Mosquée | 3 | fidèle | 3000 | 20 | 60 |
| Stade | 2 | vistière | 2 | 10000 | 20 |
| Maison de jeune | 1 | adhèrent | 300 | 15 | 4,5 |
| Centre culturel | 1 | adhèrent | 250 | 15 | 3,75 |
| | | | | Total | 88,25 |

2.4.6. Besoins commerciaux :

Tableau 14 : évaluation des besoins commerciaux

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | $Q_{moy,j}$ (m ³ /j) |
|-----------------|--------|----------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Marché | 2 | m ² | 14575 | 5 | 73 |
| Abattoir | 1 | unité | 1 | 4500 | 4.5 |
| Station service | 1 | unité | 2 | 6000 | 12 |
| Garre routière | 1 | unité | 1 | 10000 | 10 |
| Total | | | | | 99,5 |

2.4.7. Récapitulation des besoins en eaux de la ville :

Les besoins totaux en eaux de la ville de Meftah sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Récapitulation des besoins en eaux de la ville

| Catégorie des besoins | $Q_{moy,j}$ (m ³ /j) |
|-----------------------|---------------------------------|
| Domestiques | 6770,34 |
| Administratifs | 33,48 |
| Scolaires | 257,44 |
| Sanitaires | 2 |
| Commerciaux | 99,5 |
| Socioculturels | 88,25 |
| Total | 7251,01 |

III.3. Coefficient d'irrégularité :

3.1. Coefficient d'irrégularité maximale ($K_{max,j}$) :

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, on doit tenir compte de cette variation en déterminant le rapport :

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}}$$

Qui exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

La valeur de $K_{max,j}$ varie entre 1,1 et 1,3. Pour notre cas on prend $K_{max,j} = 1,3$ pour les besoins domestiques, par contre pour les besoins d'arrosage on prend

$$K_{max,j} = 1.$$

Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau.

3.2. Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{\min,j}$) :

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{\min,j} = \frac{Q_{\min,j}}{Q_{\text{moy},j}}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation. $K_{\min,j}$ varie de 0,7 à 0,9.

3.3. Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{\max,h}$) :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{\max} et β_{\max} ; tel que :

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max}$$

Avec :

α_{\max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,4 et dépend du niveau de développement local.

Pour notre cas on prend : $\alpha_{\max} = 1,3$.

β_{\max} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau 16 donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau 16 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants

| Habitant | <1000 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | 10000 | 20000 | 30000 | 100000 |
|----------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| β_{\max} | 2 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 |

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de **37613 hab.**, donc

$\beta_{\max} = 1,144$, d'où la valeur de $K_{\max,h}$ sera :

$$K_{\max,h} = 1,3 \times 1,144 = 1,487$$

$$K_{\max,h} = 1,487$$

3.4. Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{\min,h}$) :

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} \times \beta_{\min}$$

Avec :

- α_{\min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de **0,4** à **0,6**. Pour notre cas on prend **$\alpha_{\min} = 0,5$** .
- β_{\min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau 17 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau 17 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants

| Habitant | <1000 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | 10000 | 20000 | 30000 | 100000 |
|----------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| β_{\min} | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |

Donc pour notre cas on prend **$\beta_{\min} = 0,612$** ; d'où la valeur de $K_{\min,h}$ sera :

$$K_{\min,h} = 0,5 \times 0,612 = 0,306$$

$$K_{\min,h} = 0,306$$

III.4. Détermination des débits journaliers :

4.1. Consommation minimale journalière ($Q_{\min,j}$) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année ;

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \times Q_{\text{moy},j}$$

On prend $K_{\min,j} = 0,8$ d'où $Q_{\min,j} = 0,8 \times 7251,01 = 5800,81 \text{m}^3/\text{j}$

$$Q_{\min,j} = 5800,81 \text{m}^3/\text{j}$$

4.2. Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner toute la chaîne de distribution.

Ce débit est calculé ainsi :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy},j}$$

Avec :

- $Q_{\max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;
- $Q_{\text{moy},j}$: débit moyen journalier en m^3/j ;
- $K_{\max,j}$: coefficient d'irrégularité maximale journalière ;

Le calcul se fait dans le tableau 18 :

Tableau 18 : Calcul de la consommation maximale journalière

| Nature des Consommations | Débit moyen journalier Q_{moy} [m^3/j] | Coefficient d'irrégularité [K_j] | Débit maximum journalier $Q_{\max,j}$ [m^3/j] |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <u>1- Agglomération</u> domestique | 6770,34 | 1.3 | 8801,442 |
| Administratifs | 33,48 | 1.3 | 43,524 |
| Scolaires | 257,44 | 1.3 | 334,672 |
| Sanitaires | 2 | 1.3 | 2,6 |
| Commerciaux | 99,5 | 1.3 | 129,35 |
| Socioculturels | 88,25 | 1.3 | 114,725 |
| | | Total | 9426,313 |

Donc :

$$Q_{\max,j} = 9426,313 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.5. Détermination des débits horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

5.1. Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = Q_{\max,j}/24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec :

$Q_{\text{moy, h}}$: débit moyen horaire en m^3/h

$Q_{\text{max, j}}$: débit maximum journalier en m^3/j ;

Donc : $Q_{\text{moy, h}} = 9426,313/24 = 392,76 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$Q_{\text{moy, h}} = 392,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.2. Détermination du débit maximum horaire :

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

$$Q_{\text{max, h}} = K_{\text{max, h}} \times Q_{\text{moy, h}} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy, h}}$: débit moyen horaire en m^3/h ;

- $K_{\text{max, h}}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

On a donc :

$$Q_{\text{max, h}} = 1,487 \cdot 392,76 = 584,03 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{max, h}} = 584,03 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.6. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

| Heures (h) | Nombre d'habitants | | | | |
|---------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| | Moins de 10000 | 10001 à 50000 | 50001 à 100000 | Plus de 100000 | Agglomération de type rurale |
| 0-1 | 01 | 1.5 | 03 | 3.35 | 0.75 |
| 1-2 | 01 | 1.5 | 3.2 | 3.25 | 0.75 |
| 2-3 | 01 | 1.5 | 2.5 | 3.3 | 01 |
| 3-4 | 01 | 1.5 | 2.6 | 3.2 | 01 |
| 4-5 | 02 | 2.5 | 3.5 | 3.25 | 03 |
| 5-6 | 03 | 3.5 | 4.1 | 3.4 | 5.5 |
| 6-7 | 05 | 4.5 | 4.5 | 3.85 | 5.5 |
| 7-8 | 6.5 | 5.5 | 4.9 | 4.45 | 5.5 |
| 8-9 | 6.5 | 6.25 | 4.9 | 5.2 | 3.5 |
| 9-10 | 5.5 | 6.25 | 4.6 | 5.05 | 3.5 |
| 10-11 | 4.5 | 6.25 | 4.8 | 4.85 | 06 |
| 11-12 | 5.5 | 6.25 | 4.7 | 4.6 | 8.5 |
| 12-13 | 07 | 05 | 4.4 | 4.6 | 8.5 |
| 13-14 | 07 | 05 | 4.1 | 4.55 | 06 |
| 14-15 | 5.5 | 5.5 | 4.2 | 4.75 | 05 |
| 15-16 | 4.5 | 06 | 4.4 | 4.7 | 05 |
| 16-17 | 05 | 06 | 4.3 | 4.65 | 3.5 |
| 17-18 | 6.5 | 5.5 | 4.1 | 4.35 | 3.5 |
| 18-19 | 6.5 | 05 | 4.5 | 4.4 | 06 |
| 19-20 | 5.0 | 4.5 | 4.5 | 4.3 | 06 |
| 20-21 | 4.5 | 04 | 4.5 | 4.3 | 06 |
| 21-22 | 03 | 03 | 4.8 | 3.75 | 03 |
| 22-23 | 02 | 02 | 4.6 | 3.75 | 02 |
| 23-24 | 01 | 1.5 | 3.3 | 3.7 | 01 |

Remarque :

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on choisie la répartition variant entre 10001 et 50000 hab. (puisque le nombre d'habitants sera 37613 hab.) ;

Les résultats de calcul sont obtenus dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Détermination le débit maximum horaire

| Horaire | Agglomération | | Ordonnées de la | |
|---------|---------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | $Q_{\max,j} = 9426,313 \text{ m}^3/j$ | | courbe de consommation | |
| h | % | (m ³ /h) | % | (m ³ /h) |
| 0-1 | 1,5 | 141,39 | 1,5 | 141,39 |
| 1--2 | 1,5 | 141,39 | 3 | 282,78 |
| 2--3 | 1,5 | 141,39 | 4,5 | 424,18 |
| 3--4 | 1,5 | 141,39 | 6 | 565,57 |
| 4--5 | 2,5 | 235,66 | 8,5 | 801,23 |
| 5--6 | 3,5 | 329,92 | 12 | 1131,15 |
| 6--7 | 4,5 | 424,18 | 16,5 | 1555,34 |
| 7--8 | 5,5 | 518,45 | 22 | 2073,78 |
| 8--9 | 6,25 | 589,14 | 28,25 | 2662,93 |
| 9--10 | 6,25 | 589,14 | 34,5 | 3252,07 |
| 10--11 | 6,25 | 589,14 | 40,75 | 3841,22 |
| 11--12 | 6,25 | 589,14 | 47 | 4430,36 |
| 12--13 | 5 | 471,32 | 52 | 4901,68 |
| 13--14 | 5 | 471,32 | 57 | 5372,99 |
| 14--15 | 5,5 | 518,45 | 62,5 | 5891,44 |
| 15--16 | 6 | 565,58 | 68,5 | 6457,02 |
| 16--17 | 6 | 565,58 | 74,5 | 7022,60 |
| 17--18 | 5,5 | 518,45 | 80 | 7541,05 |
| 18--19 | 5 | 471,32 | 85 | 8012,36 |
| 19--20 | 4,5 | 424,18 | 89,5 | 8436,55 |
| 20--21 | 4 | 377,05 | 93,5 | 8813,60 |
| 21--22 | 3 | 282,79 | 96,5 | 9096,39 |
| 22--23 | 2 | 188,53 | 98,5 | 9284,91 |
| 23--24 | 1,5 | 141,39 | 100 | 9426,31 |
| TOTAL | 100 | 9426,313 | | |

A partir de ce tableau on trouve :

$$Q_{\max,h} = 589,14 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{\min,h} = 141,39 \text{ m}^3/h$$

III.7. Détermination des graphiques de consommation actuelle

- Le graphique de consommation Figure 08
- La courbe intégrale Figure 09

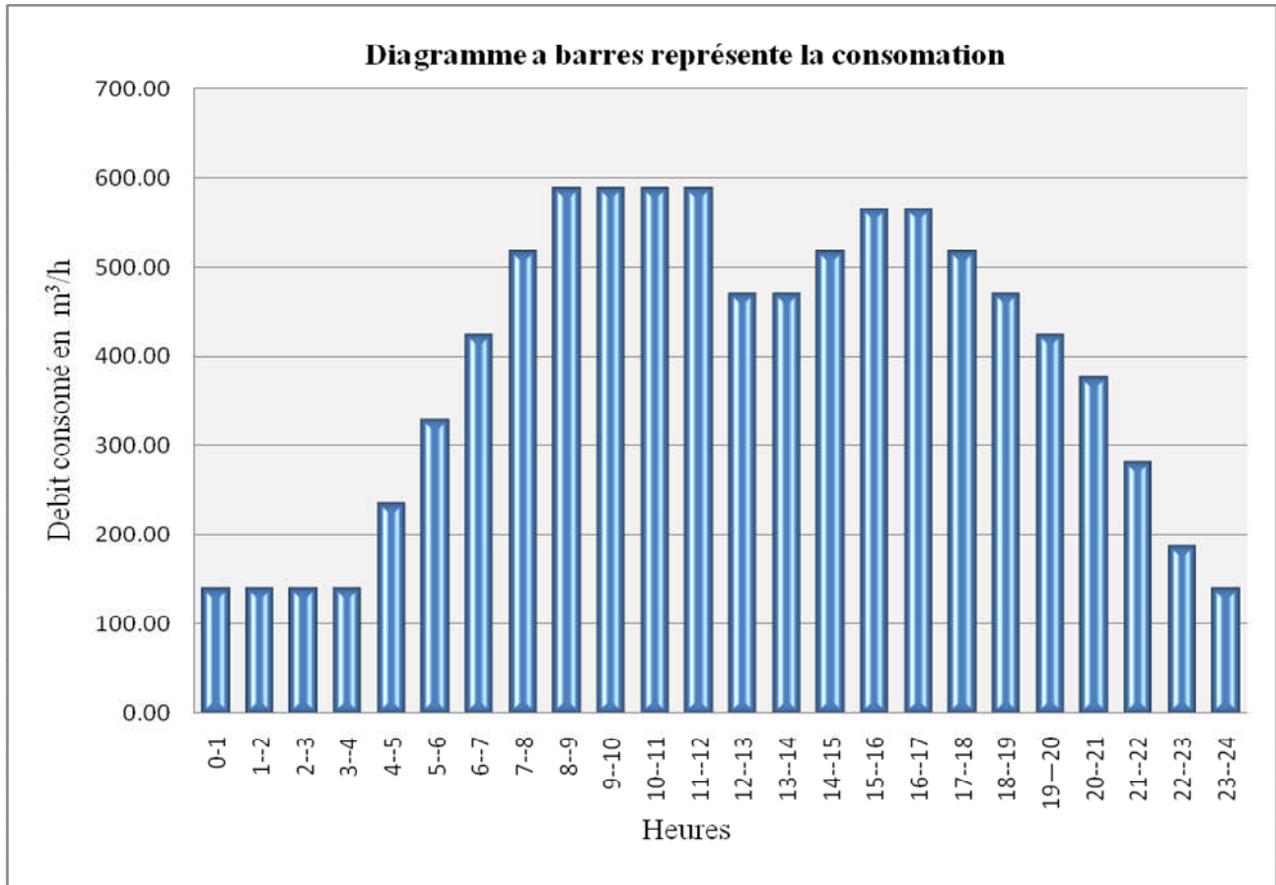


Figure 08 : Le graphique de consommation actuelle

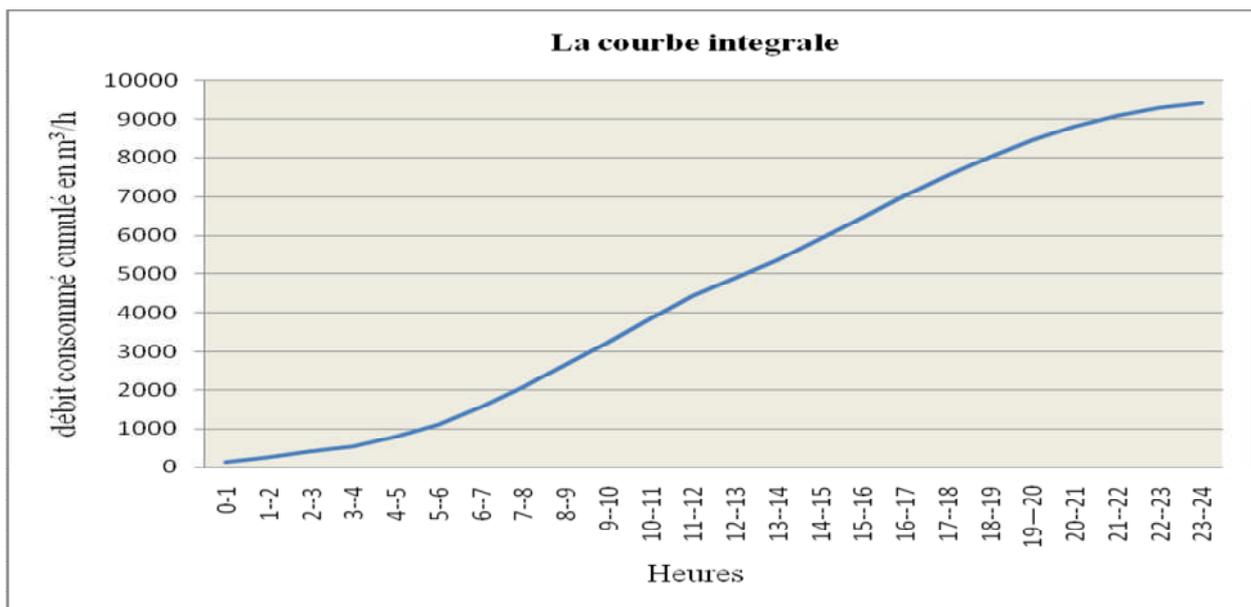


Figure 09 : La courbe intégrale

III.8. Besoins en eau par catégorie pour les horizons 2020,2030 et 2040 :

8.1. Besoins en eau (court terme 2020) :

1.1. Besoins administratifs :

Tableau 21 : Evaluation des besoins administratifs en 2020

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|------------------|--------|---------|--------|-------------------------|---|
| existant | | | | | 33,48 |
| Annexe A.P.C 1 | 1 | employé | 30 | 15 | 0,45 |
| Agence postale | 1 | employé | 35 | 15 | 0,52 |
| Section tribunal | 1 | employé | 40 | 15 | 0,60 |
| | | | | Total | 35,05 |

1.2. Besoins scolaires :

Tableau 22 : Evaluation des besoins scolaires en 2020

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|-------|--------|-------------------------|---|
| existant | | | | | 257,44 |
| Ecole primaire | 2 | élève | 840 | 15 | 12,6 |
| C.E.M | 1 | élève | 475 | 15 | 7,125 |
| Lycée | 1 | élève | 1000 | 40 | 40 |
| Ecole coranique | 1 | élève | 300 | 15 | 4,5 |
| | | | | Total | 321,67 |

1.3. Besoins sanitaires :

Tableau 23 : Evaluation des besoins sanitaires en 2020

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|-------|--------|-------------------------|---|
| existant | | | | | 2 |
| Salle de soin | 2 | lit | 40 | 400 | 16 |
| Centre de santé | 1 | lit | 50 | 400 | 20 |
| | | | | Total | 38 |

1.4. Besoins socioculturels :**Tableau 24 :** Evaluation des besoins socioculturels en 2020

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------------------|--------|----------|--------|-------------------------|---|
| existant | | | | | 88,25 |
| Mosquée | 1 | fidèle | 800 | 20 | 16 |
| Cinéma | 1 | chaise | 400 | 10 | 4 |
| Hôtel | 1 | lit | 20 | 200 | 4 |
| Centre culturel- sportif | 1 | adhèrent | 300 | 50 | 15 |
| | | | | Total | 127,25 |

1.5. Besoins commerciaux :**Tableau 25:** Evaluation des besoins commerciaux en 2020

| Equipement | Nombre | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|-------|--------|-------------------------|---|
| existant | | | | | 99,5 |
| Douche publique | 1 | unité | 1 | 15000 | 15 |
| | | | | Total | 114,5 |

8.2. Besoins d'équipements à moyen et long terme :

Nous allons admettre un taux de croissance globale de tous les secteurs de la ville de 10% d'un horizon à un autre.

Tableau 26 : Evaluation des besoins d'équipements pour les horizons 2020,2030 et 2040

| horizon | 2020 | 2030 | 2040 |
|---|--------|--------|--------|
| Besoins d'équipements (m ³ /j) | 639,45 | 700,10 | 770,11 |

III.9. Le débit moyen journalier :

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 27 : Evaluation des débits moyens journaliers

| horizon | Besoins domestique (m ³ /j) | Besoins d'équipements (m ³ /j) | débit moyen journalier (m ³ /j) |
|---------|--|---|--|
| 2020 | 9629,60 | 636,45 | 10266,05 |
| 2030 | 12326,80 | 700,10 | 13026,90 |
| 2040 | 17357,12 | 770,11 | 18127,23 |

III.10. Le débit maximal et minimal journalier :**Tableau 28 :** Evaluation des débits maximaux et minimaux journaliers

| horizon | K _{max,j} | K _{min,j} | Q _{max,j} (m ³ /j) | Q _{min,j} (m ³ /j) |
|---------|--------------------|--------------------|--|--|
| 2020 | 1,3 | 0,8 | 13345,87 | 8212,84 |
| 2030 | 1,3 | 0,8 | 16934,97 | 10421,52 |
| 2040 | 1,3 | 0,8 | 23565,40 | 14501,78 |

III.11. Le débit maximal et minimal horaire :**Tableau 29 :** Evaluation des débits maximaux et minimaux horaires

| horizon | Q _{moy,h} | α _{max} | β _{max} | K _{max,h} | α _{min} | β _{min} | K _{min,h} | Q _{max,h} (m ³ /h) | Q _{min,h} (m ³ /h) |
|---------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|--|--|
| 2020 | 556,08 | 1,3 | 1,137 | 1,478 | 0,5 | 0,626 | 0,313 | 821,89 | 174,05 |
| 2030 | 705,62 | 1,3 | 1,127 | 1,465 | 0,5 | 0,645 | 0,323 | 1033,73 | 227,92 |
| 2040 | 981,89 | 1,3 | 1,115 | 1,450 | 0,5 | 0,670 | 0,335 | 1423,74 | 328,33 |

III.12. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants

Tableau 30 : Evaluation des débits maximaux et minimaux horaires

| heure | horizon 2020(nombre d'hab entre 10001 et 50000) | | | | horizon 2030(nombre d'hab entre 50001 et 100000) | | | | horizon 2040(nombre d'hab entre (50001 et 100000) | | | |
|-------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | $Q_{\max,j}=13355,62 \text{ m}^3/\text{j}$ | | courbe de consommation cumulée | | $Q_{\max,j}=16945,7 \text{ m}^3/\text{j}$ | | courbe de consommation cumulée | | $Q_{\max,j}=23577,19 \text{ m}^3/\text{j}$ | | courbe de consommation cumulée | |
| (h) | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h |
| 0-1 | 1,5 | 200,33 | 1,5 | 200,33 | 3 | 508,37 | 3 | 508,37 | 3 | 707,32 | 3 | 707,32 |
| 1-2 | 1,5 | 200,33 | 3 | 400,66 | 3,2 | 542,26 | 6,2 | 1050,63 | 3,2 | 754,47 | 6,2 | 1461,79 |
| 2-3 | 1,5 | 200,33 | 4,5 | 601,00 | 2,5 | 423,64 | 8,7 | 1474,27 | 2,5 | 589,43 | 8,7 | 2051,22 |
| 3-4 | 1,5 | 200,33 | 6 | 801,33 | 2,6 | 440,59 | 11,3 | 1914,86 | 2,6 | 613,01 | 11,3 | 2664,23 |
| 4-5 | 2,5 | 333,89 | 8,5 | 1135,22 | 3,5 | 593,10 | 14,8 | 2507,96 | 3,5 | 825,20 | 14,8 | 3489,43 |
| 5-6 | 3,5 | 467,45 | 12 | 1602,67 | 4,1 | 694,77 | 18,9 | 3202,74 | 4,1 | 966,66 | 18,9 | 4456,09 |
| 6-7 | 4,5 | 601,00 | 16,5 | 2203,67 | 4,5 | 762,56 | 23,4 | 3965,29 | 4,5 | 1060,97 | 23,4 | 5517,07 |
| 7-8 | 5,5 | 734,56 | 22 | 2938,23 | 4,9 | 830,34 | 28,3 | 4795,63 | 4,9 | 1155,28 | 28,3 | 6672,35 |
| 8-9 | 6,25 | 834,73 | 28,25 | 3772,96 | 4,9 | 830,34 | 33,2 | 5625,97 | 4,9 | 1155,28 | 33,2 | 7827,63 |
| 9-10 | 6,25 | 834,73 | 34,5 | 4607,68 | 4,6 | 779,50 | 37,8 | 6405,47 | 4,6 | 1084,55 | 37,8 | 8912,18 |
| 10-11 | 6,25 | 834,73 | 40,75 | 5442,41 | 4,8 | 813,39 | 42,6 | 7218,87 | 4,8 | 1131,71 | 42,6 | 10043,89 |
| 11-12 | 6,25 | 834,73 | 47 | 6277,14 | 4,7 | 796,45 | 47,3 | 8015,32 | 4,7 | 1108,13 | 47,3 | 11152,02 |
| 12-13 | 5 | 667,78 | 52 | 6944,92 | 4,4 | 745,61 | 51,7 | 8760,93 | 4,4 | 1037,40 | 51,7 | 12189,41 |
| 13-14 | 5 | 667,78 | 57 | 7612,70 | 4,1 | 694,77 | 55,8 | 9455,70 | 4,1 | 966,66 | 55,8 | 13156,08 |
| 14-15 | 5,5 | 734,56 | 62,5 | 8347,26 | 4,2 | 711,72 | 60 | 10167,42 | 4,2 | 990,24 | 60 | 14146,32 |
| 15-16 | 6 | 801,34 | 68,5 | 9148,60 | 4,4 | 745,61 | 64,4 | 10913,03 | 4,4 | 1037,40 | 64,4 | 15183,71 |
| 16-17 | 6 | 801,34 | 74,5 | 9949,93 | 4,3 | 728,67 | 68,7 | 11641,69 | 4,3 | 1013,82 | 68,7 | 16197,53 |
| 17-18 | 5,5 | 734,56 | 80 | 10684,49 | 4,1 | 694,77 | 72,8 | 12336,47 | 4,1 | 966,66 | 72,8 | 17164,20 |
| 18-19 | 5 | 667,78 | 85 | 11352,27 | 4,5 | 762,56 | 77,3 | 13099,03 | 4,5 | 1060,97 | 77,3 | 18225,17 |
| 19-20 | 4,5 | 601,00 | 89,5 | 11953,28 | 4,5 | 762,56 | 81,8 | 13861,58 | 4,5 | 1060,97 | 81,8 | 19286,15 |
| 20-21 | 4 | 534,22 | 93,5 | 12487,50 | 4,5 | 762,56 | 86,3 | 14624,14 | 4,5 | 1060,97 | 86,3 | 20347,12 |
| 21-22 | 3 | 400,67 | 96,5 | 12888,17 | 4,8 | 813,39 | 91,1 | 15437,53 | 4,8 | 1131,71 | 91,1 | 21478,82 |
| 22-23 | 2 | 267,11 | 98,5 | 13155,28 | 4,6 | 779,50 | 95,7 | 16217,03 | 4,6 | 1084,55 | 95,7 | 22563,38 |
| 23-24 | 1,5 | 200,33 | 100 | 13355,62 | 3,3 | 559,21 | 100 | 16945,70 | 3,3 | 778,05 | 100 | 23577,19 |

III.13. Détermination des graphiques de consommation

➤ Pour 2020 :

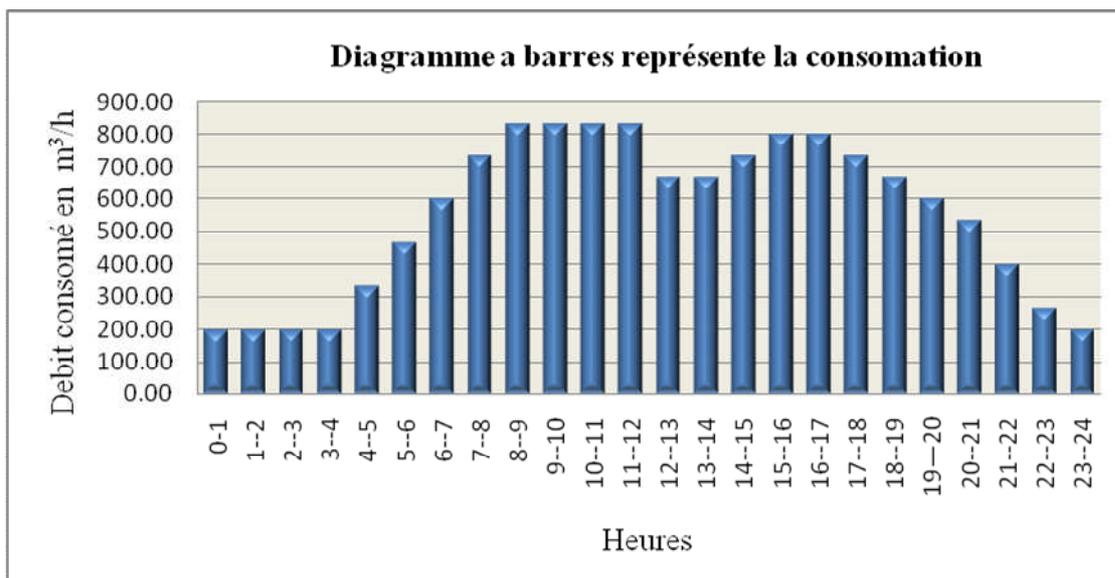


Figure 10 : Le graphique de consommation pour 2020

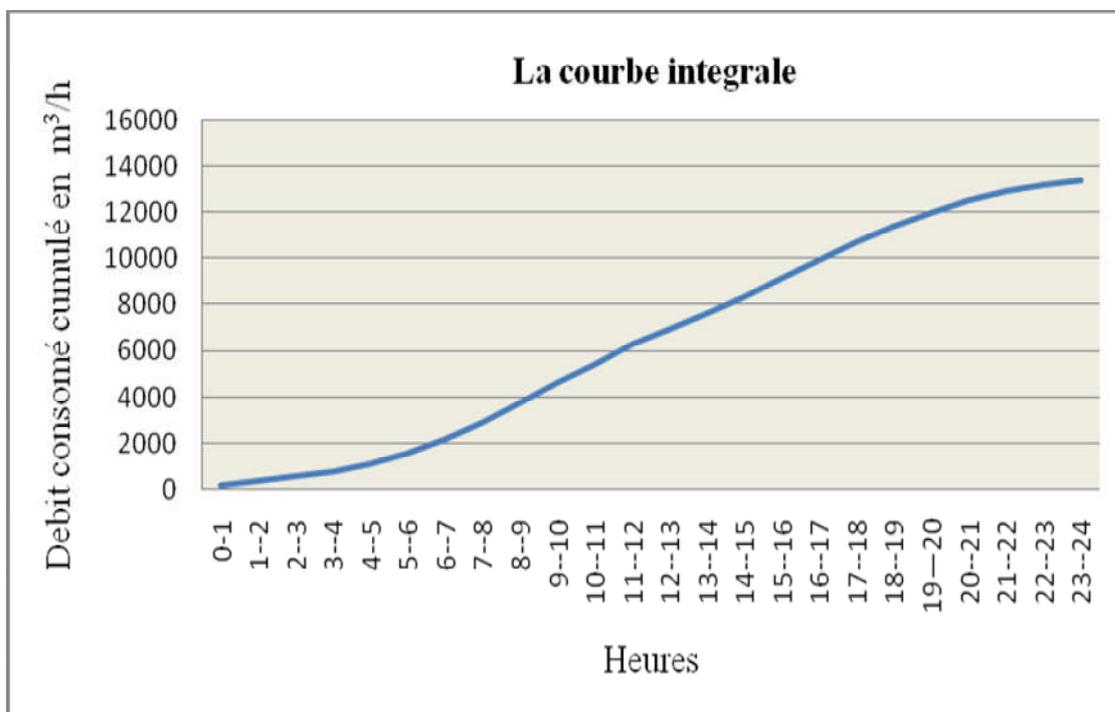


Figure 11 : La courbe intégrale pour 2020

➤ Pour 2030 :

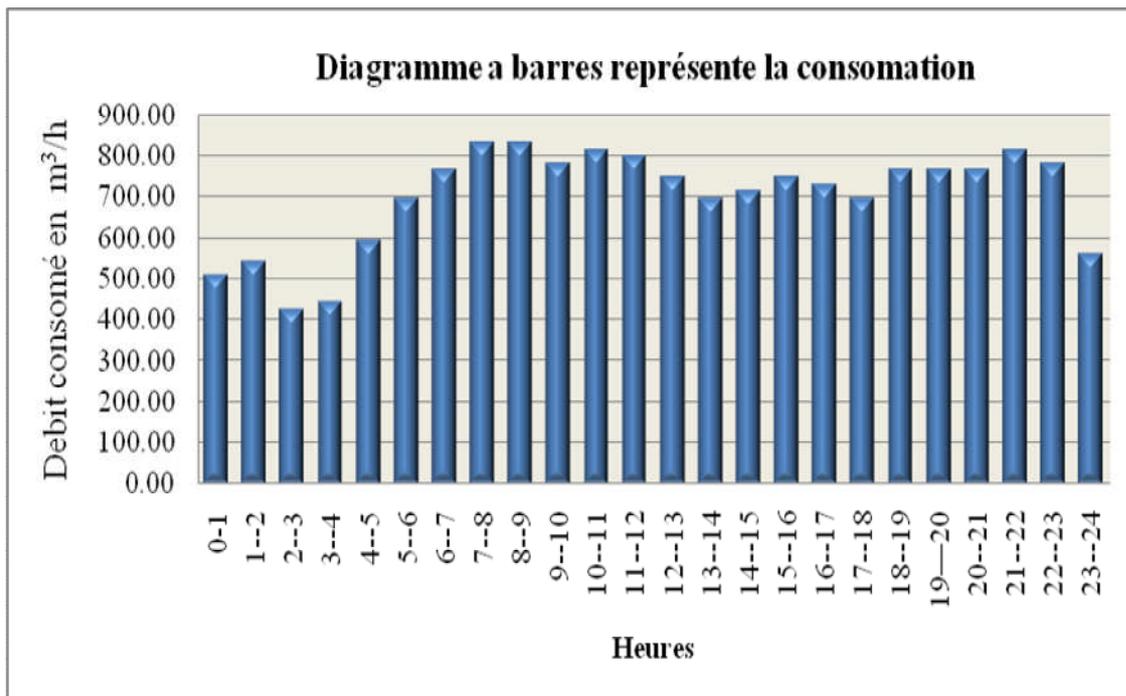


Figure 12 : Le graphique de consommation pour 2030

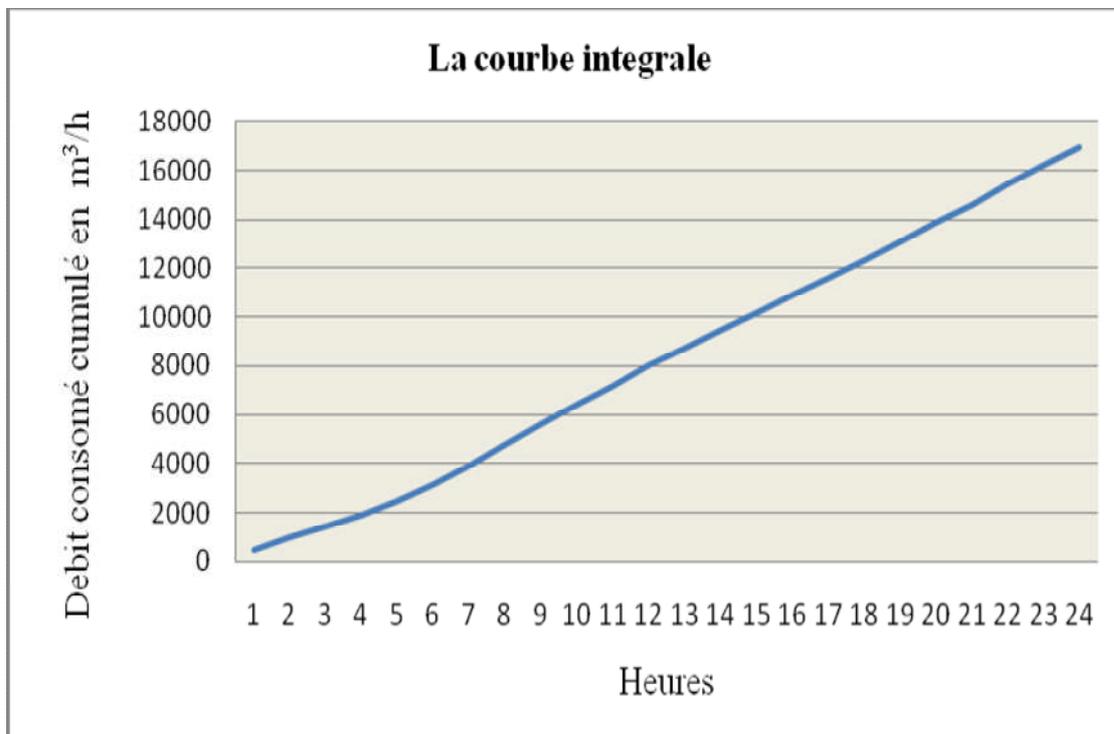


Figure 13 : La courbe intégrale pour 2030

➤ Pour 2040 :

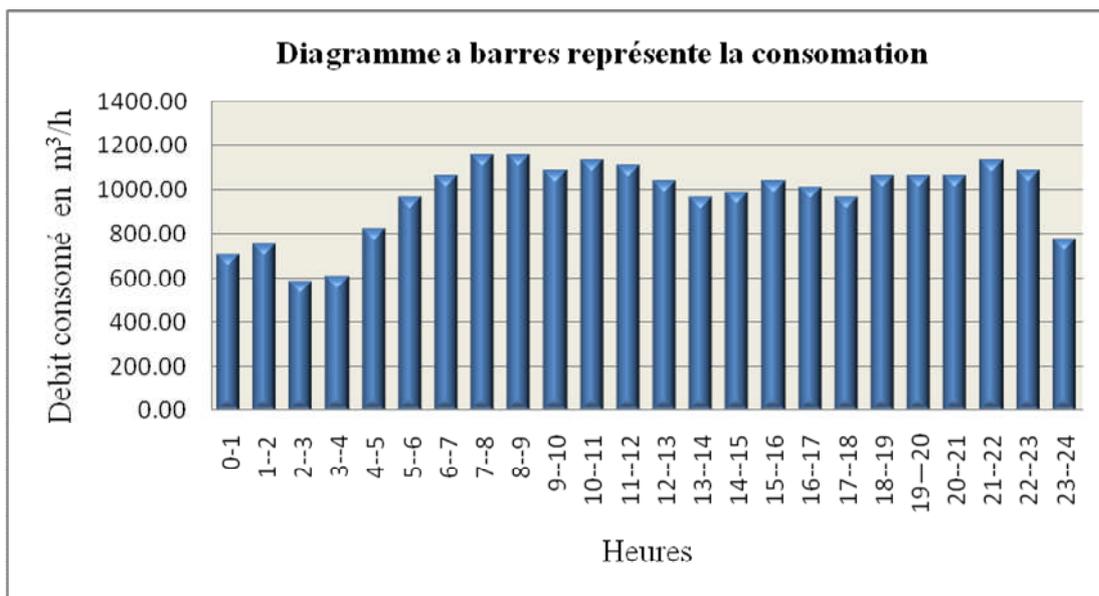


Figure 14 : Le graphique de consommation pour 2040

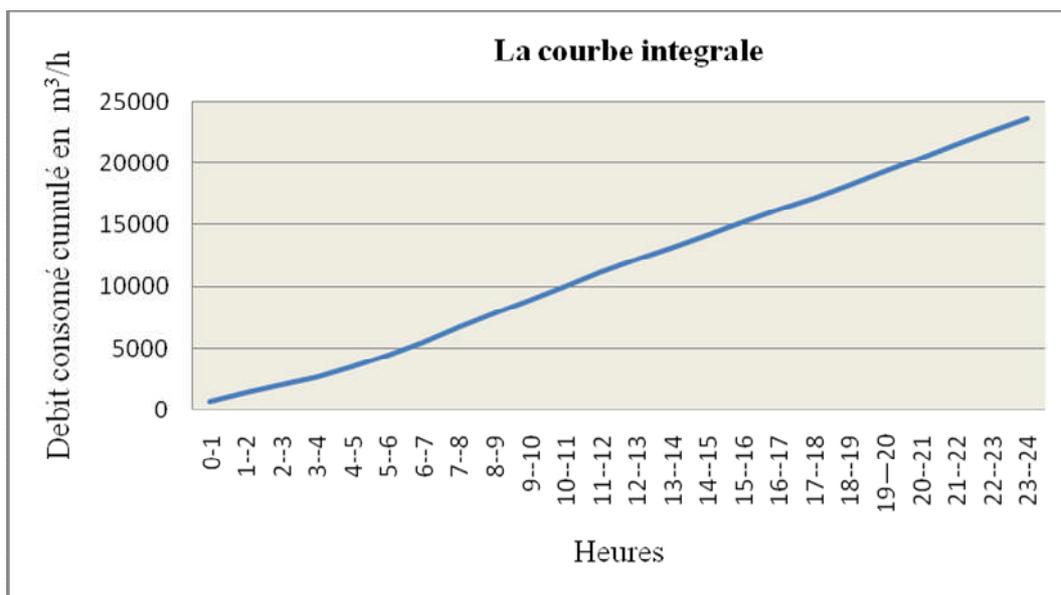


Figure 15 : La courbe intégrale pour 2040

III.14. Détermination des débits de consommation Pour l'horizon actuel

La détermination des débits dans un réseau maillé s'effectue de la manière suivante :

1. On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;
2. On calcul le débit en route pendant l'heure de pointe ;
3. On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

14.1. Cas de pointe

14.1.1. Débit en route

Le débit en route est la différence entre le débit de pointe et le débit concentré ;

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

$$\text{Avec : } \sum Q_{cc} = \sum Q_{inc} = 0 \quad \text{pas d'industrie dans le périmètre d'étude.}$$

$$\text{Donc : } Q_{rte} = Q_{pte} = 163,65 \text{ l/s}$$

14.1.2. Le débit spécifique

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{sp} qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L_i} = \frac{163.65}{21158.33} = 0.0077345 \quad \text{l/s/m}$$

Avec : Q_{sp} : Débit spécifique.

$\sum L_i$: Somme des longueurs du réseau de distribution

14.1.3. Le débit route pour chaque tronçon

$$Q_{rte} = Q_{sp} \times l_i$$

l_i : la longueur du tronçon i

14.1.4. Débits aux nœuds (nodaux)

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

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum q_r + \sum Q_{conc} \quad \text{L/s}$$

Q_{ni} = débit en nœud.

$\sum Q_{conc}$: Somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré : $Q_{conc} = 0 \text{ l/s}$.

$\sum q_r$: somme des débits en route des tronçons relies deux nœuds.

Tableau 31 : Détermination des débits aux nœuds (cas de pointe)

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|--------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 1 | 1-2 | 187,28 | 0.0077345 | 1.4485 | 0.72 | 2.4852 |
| | 1-7 | 455,35 | | 3.5219 | 1.76 | |
| 2 | 2-1 | 187,28 | | 1.4485 | 0.72 | 2.0657 |
| | 2-3 | 190,77 | | 1.4755 | 0.74 | |
| | 2-4 | 156,09 | | 1.2073 | 0.60 | |
| 3 | 3-2 | 190,77 | | 1.4755 | 0.74 | 0.7378 |
| 4 | 4-2 | 156,09 | | 1.2073 | 0.60 | 1.4339 |
| | 4-5 | 214,70 | | 1.6606 | 0.83 | |
| 5 | 5-4 | 214,70 | | 1.6606 | 0.83 | 1.5953 |
| | 5-6 | 197,82 | | 1.5300 | 0.77 | |
| 6 | 6-14 | 162,57 | | 1.2574 | 0.63 | 1.3937 |
| | 6-5 | 197,82 | | 1.5300 | 0.77 | |
| 7 | 7-1 | 455,35 | | 3.5219 | 1.76 | 2.4917 |
| | 7-8 | 188,96 | | 1.4615 | 0.73 | |
| 8 | 8-7 | 188,96 | | 1.4615 | 0.73 | 1.9018 |
| | 8-9 | 119,83 | | 0.9268 | 0.46 | |
| | 8-11 | 182,97 | | 1.4152 | 0.71 | |
| 9 | 9-8 | 119,83 | | 0.9268 | 0.46 | 1.7705 |
| | 9-10 | 188,43 | 1.4574 | 0.73 | | |
| | 9-20 | 149,57 | 1.1568 | 0.58 | | |
| 10 | 10-9 | 188,43 | 1.4574 | 0.73 | 1.2240 | |
| | 10-11 | 128,07 | 0.9906 | 0.50 | | |
| 11 | 11-8 | 182,97 | 1.4152 | 0.71 | 1.3260 | |
| | 11-10 | 128,07 | 0.9906 | 0.50 | | |
| | 11-12 | 31,85 | 0.2463 | 0.12 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q _n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|----------------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 12 | 12-11 | 31,85 | 0.0077345 | 0.2463 | 0.1232 | 1.8069 |
| | 12-13 | 139,45 | | 1.0786 | 0.5393 | |
| | 12-18 | 295,92 | | 2.2888 | 1.1444 | |
| 13 | 13-12 | 139,45 | | 1.0786 | 0.5393 | 2.6450 |
| | 13-14 | 258,14 | | 1.9966 | 0.9983 | |
| | 13-17 | 286,36 | | 2.2149 | 1.1074 | |
| 14 | 14-13 | 258,14 | | 1.9966 | 0.9983 | 2.3246 |
| | 14-15 | 180,40 | | 1.3953 | 0.6977 | |
| | 14-6 | 162,57 | | 1.2574 | 0.6287 | |
| 15 | 15-14 | 180,40 | | 1.3953 | 0.6977 | 1.9415 |
| | 15-16 | 274,79 | | 2.1254 | 1.0627 | |
| | 15-17 | 46,85 | | 0.3624 | 0.1812 | |
| 16 | 16-15 | 274,79 | | 2.1254 | 1.0627 | 1.4279 |
| | 16-56 | 94,44 | | 0.7304 | 0.3652 | |
| 17 | 17-13 | 286,36 | | 2.2149 | 1.1074 | 2.3602 |
| | 17-15 | 46,85 | | 0.3624 | 0.1812 | |
| | 17-54 | 277,10 | | 2.1432 | 1.0716 | |
| 18 | 18-12 | 295,92 | | 2.2888 | 1.1444 | 2.9148 |
| | 18-19 | 228,29 | | 1.7657 | 0.8829 | |
| | 18-20 | 229,51 | | 1.7751 | 0.8876 | |
| 19 | 19-18 | 228,29 | | 1.7657 | 0.8829 | 1.7652 |
| | 19-51 | 228,16 | 1.7647 | 0.8824 | | |
| 20 | 20-9 | 149,57 | 1.1568 | 0.5784 | 2.7737 | |
| | 20-18 | 229,51 | 1.7751 | 0.8876 | | |
| | 20-21 | 338,15 | 2.6154 | 1.3077 | | |
| 21 | 21-20 | 338,15 | 2.6154 | 1.3077 | 1.9826 | |
| | 21-22 | 70,31 | 0.5438 | 0.2719 | | |
| | 21-23 | 104,21 | 0.8060 | 0.4030 | | |
| 22 | 22-21 | 70,31 | 0.5438 | 0.2719 | 0.7209 | |
| | 22-40 | 10,75 | 0.0831 | 0.0416 | | |
| | 22-46 | 105,35 | 0.8148 | 0.4074 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|--------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 23 | 23-21 | 104,21 | 0.0077345 | 0.8060 | 0.4030 | 0.5041 |
| | 23-24 | 26,13 | | 0.2021 | 0.1011 | |
| 24 | 24-23 | 26,13 | | 0.2021 | 0.1011 | 1.1514 |
| | 24-25 | 271,59 | | 2.1006 | 1.0503 | |
| 25 | 25-24 | 271,59 | | 2.1006 | 1.0503 | 1.9274 |
| | 25-26 | 226,81 | | 1.7543 | 0.8771 | |
| 26 | 26-25 | 226,81 | | 1.7543 | 0.8771 | 2.2394 |
| | 26-27 | 352,27 | | 2.7246 | 1.3623 | |
| 27 | 27-26 | 352,27 | | 2.7246 | 1.3623 | 1.5492 |
| | 27-28 | 27,02 | | 0.2090 | 0.1045 | |
| | 27-29 | 21,30 | | 0.1647 | 0.0824 | |
| 28 | 28-27 | 27,02 | | 0.2090 | 0.1045 | 1.0704 |
| | 28-29 | 74,10 | | 0.5731 | 0.2866 | |
| | 28-39 | 175,66 | | 1.3586 | 0.6793 | |
| 29 | 29-28 | 74,10 | | 0.5731 | 0.2866 | 2.0721 |
| | 29-30 | 153,88 | | 1.1902 | 0.5951 | |
| | 29-32 | 307,82 | | 2.3808 | 1.1904 | |
| 30 | 30-29 | 153,88 | | 1.1902 | 0.5951 | 1.9229 |
| | 30-31 | 171,25 | | 1.3245 | 0.6623 | |
| | 30-39 | 172,10 | | 1.3311 | 0.6656 | |
| 31 | 31-30 | 171,25 | 1.3245 | 0.6623 | 2.1458 | |
| | 31-32 | 265,16 | 2.0509 | 1.0254 | | |
| | 31-33 | 118,45 | 0.9162 | 0.4581 | | |
| 32 | 32-29 | 307,82 | 2.3808 | 1.1904 | 2.2159 | |
| | 32-31 | 265,16 | 2.0509 | 1.0254 | | |
| 33 | 33-31 | 118,45 | 0.9162 | 0.4581 | 2.5055 | |
| | 33-34 | 276,81 | 2.1410 | 1.0705 | | |
| | 33-37 | 252,61 | 1.9538 | 0.9769 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q _n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|----------------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 34 | 34-33 | 276,81 | 0.0077345 | 2.1410 | 1.0705 | 2.0262 |
| | 34-35 | 247,14 | | 1.9115 | 0.9558 | |
| 35 | 35-34 | 247,14 | | 1.9115 | 0.9558 | 1.6900 |
| | 35-36 | 31,39 | | 0.2428 | 0.1214 | |
| | 35-37 | 158,47 | | 1.2257 | 0.6128 | |
| 36 | 36-35 | 31,39 | | 0.2428 | 0.1214 | 1.0909 |
| | 36-91 | 250,70 | | 1.9390 | 0.9695 | |
| 37 | 37-33 | 252,61 | | 1.9538 | 0.9769 | 2.8526 |
| | 37-35 | 158,47 | | 1.2257 | 0.6128 | |
| | 37-38 | 326,56 | | 2.5258 | 1.2629 | |
| 38 | 38-37 | 326,56 | | 2.5258 | 1.2629 | 2.1900 |
| | 38-39 | 15,59 | | 0.1206 | 0.0603 | |
| | 38-86 | 224,14 | | 1.7336 | 0.8668 | |
| 39 | 39-28 | 175,66 | | 1.3586 | 0.6793 | 1.4052 |
| | 39-30 | 172,10 | | 1.3311 | 0.6656 | |
| | 39-38 | 15,59 | | 0.1206 | 0.0603 | |
| 40 | 40-22 | 10,75 | | 0.0831 | 0.0416 | 0.9001 |
| | 40-41 | 222 | | 1.7171 | 0.8585 | |
| 41 | 41-40 | 222 | | 1.7171 | 0.8585 | 2.0035 |
| | 41-42 | 296,06 | | 2.2899 | 1.1449 | |
| 42 | 42-41 | 296,06 | 2.2899 | 1.1449 | 2.3904 | |
| | 42-43 | 55,51 | 0.4293 | 0.2147 | | |
| | 42-45 | 266,54 | 2.0616 | 1.0308 | | |
| 43 | 43-42 | 55,51 | 0.4293 | 0.2147 | 1.2214 | |
| | 43-44 | 260,32 | 2.0134 | 1.0067 | | |
| 44 | 44-43 | 260,32 | 2.0134 | 1.0067 | 2.1623 | |
| | 44-45 | 66,81 | 0.5167 | 0.2584 | | |
| | 44-49 | 220,94 | 1.7089 | 0.8544 | | |
| | 44-64 | 11,06 | 0.0855 | 0.0428 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|--------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 45 | 45-42 | 266,54 | 0.0077345 | 2.0616 | 1.0308 | 2.4948 |
| | 45-44 | 66,81 | | 0.5167 | 0.2584 | |
| | 45-46 | 311,75 | | 2.4112 | 1.2056 | |
| 46 | 46-22 | 105,35 | | 0.8148 | 0.4074 | 4.4972 |
| | 46-45 | 311,75 | | 2.4112 | 1.2056 | |
| | 46-47 | 244,32 | | 1.8897 | 0.9448 | |
| | 46-58 | 501,48 | | 3.8787 | 1.9393 | |
| 47 | 47-46 | 244,32 | | 1.8897 | 0.9448 | 1.8951 |
| | 47-48 | 245,72 | | 1.9005 | 0.9503 | |
| 48 | 48-47 | 245,72 | | 1.9005 | 0.9503 | 1.3878 |
| | 48-49 | 113,15 | | 0.8752 | 0.4376 | |
| 49 | 49-44 | 220,94 | | 1.7089 | 0.8544 | 1.6333 |
| | 49-48 | 113,15 | | 0.8752 | 0.4376 | |
| | 49-50 | 76,91 | | 0.5949 | 0.2974 | |
| | 49-65 | 11,33 | | 0.0876 | 0.0438 | |
| 50 | 50-49 | 76,91 | | 0.5949 | 0.2974 | 0.6883 |
| | 50-51 | 101,06 | | 0.7816 | 0.3908 | |
| 51 | 51-19 | 228,16 | | 1.7647 | 0.8824 | 1.6934 |
| | 51-50 | 101,06 | | 0.7816 | 0.3908 | |
| | 51-52 | 108,66 | | 0.8404 | 0.4202 | |
| 52 | 52-51 | 108,66 | | 0.8404 | 0.4202 | 1.3369 |
| | 52-53 | 102,73 | 0.7946 | 0.3973 | | |
| | 52-55 | 134,32 | 1.0389 | 0.5194 | | |
| 53 | 53-52 | 102,73 | 0.7946 | 0.3973 | 1.1428 | |
| | 53-54 | 192,78 | 1.4911 | 0.7455 | | |
| 54 | 54-17 | 277,10 | 2.1432 | 1.0716 | 2.0931 | |
| | 54-53 | 192,78 | 1.4911 | 0.7455 | | |
| | 54-55 | 71,37 | 0.5520 | 0.2760 | | |
| 55 | 55-52 | 134,32 | 1.0389 | 0.5194 | 1.2560 | |
| | 55-54 | 71,37 | 0.5520 | 0.2760 | | |
| | 55-56 | 119,10 | 0.9212 | 0.4606 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|--------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 56 | 56-16 | 94,44 | 0.0077345 | 0.7304 | 0.3652 | 2.3072 |
| | 56-55 | 119,10 | | 0.9212 | 0.4606 | |
| | 56-57 | 383,06 | | 2.9628 | 1.4814 | |
| 57 | 57-56 | 383,06 | | 2.9628 | 1.4814 | 1.4814 |
| 58 | 58-46 | 501,48 | | 3.8787 | 1.9393 | 3.0710 |
| | 58-59 | 194,51 | | 1.5044 | 0.7522 | |
| | 58-61 | 98,11 | | 0.7588 | 0.3794 | |
| 59 | 59-27 | 21,30 | | 0.1647 | 0.0824 | 1.2339 |
| | 59-58 | 194,51 | | 1.5044 | 0.7522 | |
| | 59-60 | 103,26 | | 0.7987 | 0.3993 | |
| 60 | 60-59 | 103,26 | | 0.7987 | 0.3993 | 1.5678 |
| | 60-61 | 164,43 | | 1.2718 | 0.6359 | |
| | 60-85 | 137,71 | | 1.0651 | 0.5326 | |
| 61 | 61-58 | 98,11 | | 0.7588 | 0.3794 | 1.4679 |
| | 61-60 | 164,43 | | 1.2718 | 0.6359 | |
| | 61-62 | 117,04 | | 0.9052 | 0.4526 | |
| 62 | 62-61 | 117,04 | | 0.9052 | 0.4526 | 0.9778 |
| | 62-63 | 135,80 | | 1.0503 | 0.5252 | |
| 63 | 63-62 | 135,80 | | 1.0503 | 0.5252 | 2.2753 |
| | 63-64 | 269,27 | | 2.0827 | 1.0413 | |
| | 63-77 | 183,29 | | 1.4177 | 0.7088 | |
| 64 | 64-44 | 11,06 | 0.0855 | 0.0428 | 2.6702 | |
| | 64-63 | 269,27 | 2.0827 | 1.0413 | | |
| | 64-65 | 219,08 | 1.6945 | 0.8472 | | |
| | 64-71 | 191,06 | 1.4778 | 0.7389 | | |
| 65 | 65-49 | 11,33 | 0.0876 | 0.0438 | 1.0590 | |
| | 65-64 | 219,08 | 1.6945 | 0.8472 | | |
| | 65-66 | 43,42 | 0.3358 | 0.1679 | | |
| 66 | 66-65 | 43,42 | 0.3358 | 0.1679 | 0.8908 | |
| | 66-67 | 186,93 | 1.4458 | 0.7229 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Qsp | Q _r | 0.5Q _r | Q _n |
|-------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------|----------------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 67 | 67-66 | 186,93 | 0.0077345 | 1.4458 | 0.7229 | 2.3857 |
| | 67-68 | 221,80 | | 1.7155 | 0.8578 | |
| | 67-70 | 208,17 | | 1.6101 | 0.8050 | |
| 68 | 68-67 | 221,80 | | 1.7155 | 0.8578 | 1.6458 |
| | 68-69 | 203,78 | | 1.5761 | 0.7881 | |
| 69 | 69-68 | 203,78 | | 1.5761 | 0.7881 | 2.5894 |
| | 69-70 | 210,30 | | 1.6266 | 0.8133 | |
| | 69-73 | 255,50 | | 1.9762 | 0.9881 | |
| 70 | 70-67 | 208,17 | | 1.6101 | 0.8050 | 1.7466 |
| | 70-69 | 210,30 | | 1.6266 | 0.8133 | |
| | 70-71 | 33,17 | | 0.2566 | 0.1283 | |
| 71 | 71-64 | 191,06 | | 1.4778 | 0.7389 | 1.6746 |
| | 71-70 | 33,17 | | 0.2566 | 0.1283 | |
| | 71-72 | 208,80 | | 1.6150 | 0.8075 | |
| 72 | 72-71 | 208,80 | | 1.6150 | 0.8075 | 1.7878 |
| | 72-73 | 195,16 | | 1.5095 | 0.7547 | |
| | 72-77 | 58,33 | | 0.4512 | 0.2256 | |
| 73 | 73-69 | 210,30 | | 1.6266 | 0.8133 | 2.0037 |
| | 73-72 | 195,16 | | 1.5095 | 0.7547 | |
| | 73-74 | 112,65 | | 0.8713 | 0.4356 | |
| 74 | 74-73 | 12,65 | | 0.0978 | 0.0489 | 0.5153 |
| | 74-75 | 120,60 | 0.9328 | 0.4664 | | |
| 75 | 75-74 | 120,60 | 0.9328 | 0.4664 | 2.0461 | |
| | 75-76 | 217,77 | 1.6843 | 0.8422 | | |
| | 75-80 | 121,32 | 0.9383 | 0.4692 | | |
| | 75-83 | 69,40 | 0.5368 | 0.2684 | | |
| 76 | 76-75 | 217,77 | 1.6843 | 0.8422 | 1.9663 | |
| | 76-77 | 121,58 | 0.9404 | 0.4702 | | |
| | 76-78 | 169,11 | 1.3080 | 0.6540 | | |
| 77 | 77-63 | 183,29 | 1.4177 | 0.7088 | 1.4046 | |
| | 77-72 | 58,33 | 0.4512 | 0.2256 | | |
| | 77-76 | 121,58 | 0.9404 | 0.4702 | | |

Tableau 31 suite

| N° Nœuds | N° Tronçons | Longueur (m) | Qsp (l/s/m) | Q _r (l/s) | 0.5Q _r (l/s) | Q _n (l/s) |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 78 | 78-76 | 169,11 | 0.0077345 | 1.3080 | 0.6540 | 1.4290 |
| | 78-79 | 17,76 | | 0.1374 | 0.0687 | |
| | 78-85 | 182,65 | | 1.4127 | 0.7064 | |
| 79 | 79-78 | 17,76 | | 0.1374 | 0.0687 | 1.7457 |
| | 79-80 | 205,04 | | 1.5859 | 0.7929 | |
| | 79-88 | 228,61 | | 1.7682 | 0.8841 | |
| 80 | 80-75 | 121,32 | | 0.9383 | 0.4692 | 1.6250 |
| | 80-79 | 205,04 | | 1.5859 | 0.7929 | |
| | 80-81 | 93,84 | | 0.7258 | 0.3629 | |
| 81 | 81-80 | 93,84 | | 0.7258 | 0.3629 | 2.2885 |
| | 81-82 | 60,14 | | 0.4652 | 0.2326 | |
| | 81-84 | 437,78 | | 3.3860 | 1.6930 | |
| 82 | 82-81 | 60,14 | | 0.4652 | 0.2326 | 1.0010 |
| | 82-83 | 198,69 | | 1.5368 | 0.7684 | |
| 83 | 83-75 | 69,40 | | 0.5368 | 0.2684 | 1.0368 |
| | 83-82 | 198,69 | | 1.5368 | 0.7684 | |
| 84 | 84-81 | 437,78 | | 3.3860 | 1.6930 | 1.6930 |
| 85 | 85-60 | 137,71 | | 1.0651 | 0.5326 | 2.0720 |
| | 85-78 | 182,65 | | 1.4127 | 0.7064 | |
| | 85-86 | 215,41 | | 1.6661 | 0.8330 | |
| 86 | 86-38 | 224,14 | | 1.7336 | 0.8668 | 2.6050 |
| | 86-85 | 215,41 | 1.6661 | 0.8330 | | |
| | 86-87 | 118,34 | 0.9153 | 0.4577 | | |
| | 86-90 | 115,71 | 0.8950 | 0.4475 | | |
| 87 | 87-86 | 118,34 | 0.9153 | 0.4577 | 1.6234 | |
| | 87-88 | 81,31 | 0.6289 | 0.3144 | | |
| | 87-89 | 220,14 | 1.7027 | 0.8513 | | |
| 88 | 88-79 | 228,61 | 1.7682 | 0.8841 | 1.8496 | |
| | 88-87 | 81,31 | 0.6289 | 0.3144 | | |
| | 88-89 | 168,35 | 1.3021 | 0.6511 | | |

Tableau 31 suite

| N° | N° | Longueur | Q _{sp} | Q _r | 0.5Q _r | Q _n |
|-------|----------|----------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Nœuds | Tronçons | (m) | (l/s/m) | (l/s) | (l/s) | (l/s) |
| 89 | 89-87 | 220,14 | 0.0077345 | 1.7027 | 0.8513 | 1.5024 |
| | 89-88 | 168,35 | | 1.3021 | 0.6511 | |
| 90 | 90-86 | 115,71 | | 0.8950 | 0.4475 | 1.4407 |
| | 90-91 | 117,33 | | 0.9075 | 0.4537 | |
| | 90-92 | 139,51 | | 1.0790 | 0.5395 | |
| 91 | 91-90 | 117,33 | | 0.9075 | 0.4537 | 1.4233 |
| | 91-36 | 250,70 | | 1.9390 | 0.9695 | |
| 92 | 92-90 | 139,51 | | 1.0790 | 0.5395 | 0.5395 |

14.2. Cas de pointe +incendie

La simulation du réseau dans ce cas se représente dans les chapitres ci après.

Conclusion :

Nous avons remarqué que le nombre de la population de Meftah a pratiquement triplé à l'horizon d'étude ainsi que la consommation maximale journalière et les ressources disponibles sont insuffisantes. Il est donc nécessaire de revoir le dimensionnement de notre réseau, et sont comportement hydraulique.

C'est ce la que nous allons voire dans les prochains chapitres.

Chapitre IV :

Elaboration du modèle hydraulique

Introduction

Après les calculs des besoins et les débits aux nœuds, nous allons dans ce chapitre faire la présentation du logiciel de calcul que nous allons utiliser pour la simulation hydraulique du réseau, ainsi que les différents principes sur lesquels le logiciel se base pour calculer les paramètres hydrauliques qui sont demandés par le réseau de la ville.

IV.1. Description du logiciel WATER CAD

Water CAD® est un logiciel de modélisation hydraulique créé par la société Bentley qui fournit des solutions qui gèrent le cycle de vie complet des infrastructures, répondant aux besoins de divers métiers –architectes, ingénieurs, urbanistes, entrepreneurs en construction, fabricants, responsables informatiques, opérateurs et techniciens de maintenance.

Le logiciel Water CAD peut déterminer la qualité de l'eau pour les systèmes de distribution d'eau potable, il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment pour l'analyse de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie, l'analyse de la concentration des constituants et la gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure.

Dans cette étude nous avons travaillé avec la dernière version du logiciel (La version 8XM).

IV.2. Fonction et application

Le modèle Water CAD® a pour objectif une compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

Voici quelques exemples :

La recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme :

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

IV.3. Dimensionnement du réseau

Une fois le dimensionnement des conduites fait il faut trouver les débits réels des tronçons avec leurs sens et les pressions aux niveaux des nœuds.

La méthode de HARDY-CROSS est la plus ancienne et encore la plus utilisée des méthodes de calcul des réseaux de distribution, devenue aujourd'hui plus malléable avec l'outil informatique.

La méthode de HARDY-CROSS repose sur deux principes qui sont :

- ❖ Premier principe : Pour le même nœud la somme des débits entrants est égale à celle des débits sortants.
- ❖ Deuxième principe : La somme algébrique des pertes de charge dans la même maille est nulle.

Nous allons résumer cette méthode en quelques étapes :

- Compte tenu des consommations à chaque nœud la somme algébrique des débits doit être nulle.
- Calcul des pertes de charge pour chaque conduite.
- Calcul de la somme algébrique des pertes de charge relatives aux conduites d'une première boucle dont on aura au moins d'un hasard $\sum H_i \neq 0$.
- Calculer la valeur de $(\sum H_i / Q_i)$ pour la première boucle sans tenir compte des signes puisque on aura le même signe pour (H_i) et (Q_i)
- Calcul de la correction ΔQ apporté aux débits relatifs aux conduites de la première boucle.
- Correction algébrique des débits relatifs aux conduites de la première boucle :

$$Q_i = Q_i + \Delta Q.$$

- Reprise des étapes (3) et (6) pour les autres boucles.
- Reprise des étapes (7) et (3) jusqu'à l'obtention de la précision fixée au préalable. La précision peut se faire par rapport à une valeur minimale de (ΔQ) ou de $(\sum H_i)$
- Calcul des pressions inconnues à partir de celles des nœuds connus en progressant d'un nœud (A) à un autre (B) en appliquant le théorème de BERNOULI :

$$\frac{P_a}{W} + \frac{V_{2a}}{2g} + Z_a - \frac{P_b}{W} + \frac{V_{2b}}{2g} + Z_b = H$$

L'inconvénient de cette méthode est sa lente convergence vers les résultats, ou les solutions finales, ce qui a incité les ingénieurs à développer de nouvelles méthodes qui s'adaptent mieux avec l'outil informatique tel que :

- La méthode de NEWTON-RAPHSON.
- La méthode WOOD-CHARLES.

3.1 calcul de la perte de charge

3.1.1 Définition

La perte de charge entre deux points A et B d'une canalisation est la différence de côte piézométrique entre ces deux points.

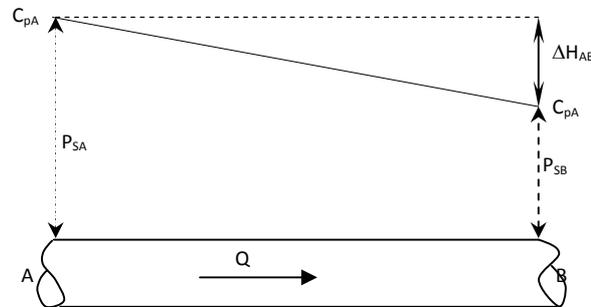


Figure 16 : Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation

$$\Delta H_{AB} = C_{pA} - C_{pB}$$

Avec :

ΔH_{AB} : perte de charge entre A et B

C_{pA} : côte piézométrique en A

C_{pB} : côte piézométrique en B

Par définition, la côte piézométrique en un point i (C_{pi}) est égale à la côte du terrain naturel en ce point (CT_{Ni}) plus la colonne d'eau libre en ce même point (H) libre.

$$C_{pi} = CT_{Ni} + (H)_{\text{libre}}$$

On distingue deux types de pertes de charge :

- perte de charge linéaire
- perte de charge singulière.

3.1.2 Perte de charge linéaire

Elle est provoquée par la viscosité du liquide. Les expériences ont montré qu'elle est proportionnelle à Q^α .

Avec :

Q : débit donné par la formule $Q = Q_t + 0,55Q_r$;

Q_t : débit transité ;

Q_r : débit consommé en route ;

α : Exposant qui varie d'un auteur à un autre. Certains auteurs le considèrent variable selon le régime d'écoulement.

Ces pertes de charges ont lieu sur toute la longueur de la conduite. Il existe plusieurs formules pour leur calcul, parmi lesquelles on cite :

❖ Formule de DARCY-WEISBACH

La perte de charge linéaire (ΔH_1) selon ces deux chercheurs est donnée par la formule suivante :

$$\Delta H_1 = \lambda \times \frac{L \times V^2}{D \times 2g} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \quad (\text{m}).$$

Avec :

- L : Longueur de la conduite ;
- D : Diamètre de la conduite ;
- g : accélération de la pesanteur [m/s^2] ;
- λ : Coefficient de frottement linéaire.

Plusieurs formules permettent de calculer λ . Celles-ci se distinguent selon le régime d'écoulement qui est souvent turbulent. On peut aussi obtenir la valeur de ce coefficient à partir du diagramme de MOODY.

❖ Formule de LECHAPT et CALMON

Cette formule est la suivante :

$$\Delta H_1 = \gamma \times \frac{L \times Q^\alpha}{D^\beta} \quad (\text{m}).$$

L : Longueur de la conduite

Les constantes α , β et γ sont données par le tableau suivant :

Tableau 32 : Les constantes α , β et γ en fonction de la rugosité absolue ε

| | $\varepsilon = 2 \text{ mm}$ | $\varepsilon = 1 \text{ mm}$ | $\varepsilon = 0,1 \text{ mm}$ |
|----------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| γ | 1,863 | 1,601 | 1,1 |
| α | 2 | 1,975 | 1,89 |
| β | 5,32 | 5,25 | 5,01 |

❖ Formule de HAZEN WILLIAMS

Cette équation est donnée par :

$$\Delta H_1 = 10,679 \times \frac{L \times Q^\alpha}{C_{HW}^\alpha \times D^\beta} \quad (\text{m}).$$

Avec :

- $\alpha = 1,8$ à 2 : dépend du régime d'écoulement.
- $\beta = 4,871$: dépend du matériau de la conduite
- C_{HW} : Coefficient de HAZEN WILLIAMS qui dépend de la rugosité

Tableau 33 : Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS C_{HW} en fonction de matériaux des conduites.

| matériaux | PVC | acier | PEHD | Amiante ciment | fonte |
|-----------|-----|-------|------|----------------|-------|
| C_{HW} | 150 | 100 | 160 | 140 | 130 |

❖ **Formule de (ENSH)**

Selon Mr AYADI la perte de charge linéaire est donnée par la formule suivante :

$$\Delta H_1 = \gamma \times \frac{L \times Q^\alpha}{D_{int}^\beta}$$

Avec :

L : longueur de conduite

Q : le débit véhiculé dans la conduite

D_{int} : diamètre intérieur des conduites.

Les constantes γ , α et β varient selon la rugosité de la conduite.

➤ **Pour $k = 2 \text{ mm}$:**

$$\Delta H_1 = 1,8808 \times \frac{L \times Q^2}{D_{int}^{5,327}}$$

ν : Viscosité cinématique.

➤ **Pour $k = 1 \text{ mm}$:**

Si $\frac{V}{\nu} \geq 5,58.10^5$ (1/m) régime turbulent rugueux.

$$\Delta H_1 = 1,596 \times \frac{L \times Q^2}{D_{int}^{5,3}}$$

Si $\frac{V}{\nu} < 5,58.10^5$ (1/m) régime turbulent lisse

$$\Delta H_1 = 1,58 \times \frac{L \times Q^{1,96}}{D_{int}^{5,22}}$$

➤ **Pour $K = 0,1 \text{ mm}$:** Pas de régime turbulent rugueux

Si $0,4 < v < 2,4$ (m/s)

$$\Delta H_1 = 1,157 \times \frac{L \times Q^2}{D_{int}^5} \times \delta$$

Avec $\delta = 0,9713 \left(1 + \frac{0,102}{V}\right)^{0,226}$: Coefficient d'ajustement de la perte de charge.

3.1.3 Perte de charge singulière

Elle est provoquée par la perturbation de l'écoulement due aux différentes singularités rencontrées (vannes, élargissement,...etc.)

Pour avoir de bons résultats, on doit tenir compte de la perte de charge singulière, qui est prise en pratique entre 10% et 15% des pertes de charge linéaire pour les réseaux de distribution.

$$\Delta H_s = (10 \div 15) \% \Delta H_1$$

La perte de charge totale est la somme de la perte de charge linéaire et de la perte de charge singulière.

$$\Delta H = \Delta H_l + \Delta H_s \Rightarrow \text{en pratique } \Delta H = (1,1 \div 1,15) \Delta H_l$$

ΔH : perte de charge totale (m) ;

$\Delta H_s, \Delta H_l$: sont respectivement les pertes de charge singulière et linéaire en (m).

Remarque

Pour le calcul de la perte de charge dans notre réseau on utilise la formule de HAZEN WILLIAMS

3.2 La pression de service

Les conduites du réseau doivent être dimensionnées de façon à supporter les pressions exigées au niveau du réseau selon la hauteur des immeubles, on prévoit les pressions suivantes :

- (12 à 15) m.c.e pour R+1
- (16 à 19) m.c.e pour R+2
- (20 à 23) m.c.e pour R+3
- (24 à 27) m.c.e pour R+4
- (28 à 32) m.c.e pour R+5
- (33 à 36) m.c.e pour R+6
- (37 à 40) m.c.e pour R+7

D'une façon générale on peut écrire :

$$H_{sol} = 10 + 4 \times n$$

n: c'est la nombre des étages.

Pour le cas de la ville Meftah on prend $n=4$, car on remarque d'après la planche N°01 la présence de bâtiments de R+4 dans la partie sud-ouest de la ville.

Donc : $H_{sol} = 10 + 4 * 4 = 26$ m.c.e

Conclusion

Dans ce chapitre on a vu les différentes formules sur lesquelles on va se baser pour la simulation de notre réseau et les différents avantages que présente le logiciel WATER CAD qui est ici montré très fiable comme support informatique pour notre calcul hydraulique.

Chapitre V :

Diagnostic du réseau actuel de la ville

Introduction

Nous avons vu dans le chapitre 02 les différentes caractéristiques physiques que représente le réseau d'AEP de la ville, dans ce chapitre nous allons faire la simulation de réseau pour voir ces caractéristiques hydrauliques.

V.1. Simulation de réseau a l'état actuel

1.1 Cas de pointe

Les résultats de la simulation des conduites du réseau de distribution (les vitesses et les pertes de charge) sont donnés dans le tableau 34.

Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau de distribution (pression et demande) sont donnés respectivement dans le tableau 35.

Tableau 34 : Les résultats de la simulation pour les conduites du réseau

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-1 | T-1 | J-1 | 284,7 | 250 | A.ciment | 141,64 | 2,89 | 8,470 |
| P-3 | J-1 | J-7 | 455,35 | 200 | A.ciment | 103,45 | 3,29 | 22,460 |
| P-2 | J-1 | J-2 | 187,28 | 200 | A.ciment | 35,7 | 1,14 | 1,290 |
| P-4 | J-2 | J-3 | 190,77 | 100 | PVC | 0,74 | 0,09 | 0,030 |
| P-5 | J-2 | J-4 | 156,09 | 150 | A.ciment | 32,9 | 1,86 | 3,740 |
| P-6 | J-4 | J-5 | 214,7 | 150 | A.ciment | 31,46 | 1,78 | 4,740 |
| P-7 | J-5 | J-6 | 197,82 | 100 | A.ciment | 29,87 | 3,8 | 28,600 |
| P-8 | J-6 | J-14 | 162,57 | 100 | A.ciment | 28,47 | 3,63 | 21,510 |
| P-10 | J-7 | J-8 | 188,96 | 150 | A.ciment | 100,96 | 5,71 | 36,170 |
| P-11 | J-8 | J-9 | 119,83 | 150 | A.ciment | 68,33 | 3,87 | 11,130 |
| P-12 | J-9 | J-10 | 188,43 | 80 | FONTE | -7,03 | 1,4 | 5,550 |
| P-13 | J-10 | J-11 | 128,07 | 100 | A.ciment | -8,26 | 1,05 | 1,710 |
| P-14 | J-8 | J-11 | 182,97 | 150 | A.ciment | 30,73 | 1,74 | 3,870 |
| P-15 | J-11 | J-12 | 31,85 | 150 | A.ciment | 21,14 | 1,2 | 0,340 |
| P-16 | J-12 | J-13 | 139,45 | 100 | A.ciment | 4,96 | 0,63 | 0,730 |
| P-17 | J-13 | J-14 | 258,14 | 100 | A.ciment | -8,53 | 1,09 | 3,660 |
| P-18 | J-14 | J-15 | 180,4 | 100 | A.ciment | 17,62 | 2,24 | 9,810 |
| P-19 | J-15 | J-16 | 274,79 | 100 | FONTE | 11,29 | 1,44 | 6,560 |
| P-20 | J-16 | J-56 | 94,44 | 100 | FONTE | 9,87 | 1,26 | 1,760 |
| P-21 | J-15 | J-17 | 46,85 | 100 | FONTE | 4,38 | 0,56 | 0,190 |
| P-22 | J-17 | J-54 | 277,1 | 100 | A.ciment | 12,87 | 1,64 | 8,420 |
| P-23 | J-17 | J-13 | 286,36 | 100 | FONTE | -10,85 | 1,38 | 6,340 |
| P-24 | J-12 | J-18 | 295,92 | 100 | FONTE | 14,38 | 1,83 | 11,050 |
| P-25 | J-18 | J-19 | 228,29 | 100 | FONTE | 12,51 | 1,59 | 6,590 |
| P-26 | J-18 | J-20 | 229,51 | 80 | FONTE | -1,05 | 0,21 | 0,200 |
| P-27 | J-19 | J-51 | 228,16 | 150 | FONTE | 10,75 | 0,61 | 0,690 |
| P-28 | J-20 | J-21 | 338,15 | 200 | FONTE | 69,77 | 2,22 | 8,040 |
| P-29 | J-20 | J-9 | 149,57 | 200 | FONTE | -73,59 | 2,34 | 3,930 |
| P-30 | J-21 | J-22 | 70,31 | 200 | PVC | 48,26 | 1,54 | 0,840 |
| P-31 | J-21 | J-23 | 104,21 | 250 | PVC | 19,53 | 0,4 | 0,080 |

Tableau 34 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-32 | J-22 | J-40 | 10,75 | 300 | FONTE | -13,39 | 0,19 | 0,000 |
| P-33 | J-22 | J-46 | 105,35 | 300 | FONTE | 60,93 | 0,86 | 0,270 |
| P-34 | J-23 | J-24 | 26,13 | 250 | A.ciment | 19,03 | 0,39 | 0,020 |
| P-35 | J-24 | J-25 | 271,59 | 250 | A.ciment | 17,87 | 0,36 | 0,170 |
| P-36 | J-25 | J-26 | 226,81 | 150 | A.ciment | 15,95 | 0,9 | 1,420 |
| P-37 | J-26 | J-27 | 352,27 | 150 | A.ciment | 13,71 | 0,78 | 1,670 |
| P-38 | J-27 | J-59 | 21,3 | 200 | FONTE | -9,99 | 0,32 | 0,010 |
| P-39 | J-27 | J-28 | 27,02 | 150 | A.ciment | 22,15 | 1,25 | 0,310 |
| P-40 | J-28 | J-29 | 74,1 | 150 | A.ciment | 11,8 | 0,67 | 0,270 |
| P-41 | J-28 | J-39 | 175,66 | 150 | A.ciment | 9,28 | 0,53 | 0,400 |
| P-42 | J-29 | J-30 | 153,88 | 150 | A.ciment | 6,1 | 0,35 | 0,160 |
| P-43 | J-30 | J-31 | 171,25 | 100 | A.ciment | 4,89 | 0,62 | 0,870 |
| P-44 | J-31 | J-32 | 265,16 | 100 | FONTE | -1,41 | 0,18 | 0,130 |
| P-45 | J-32 | J-29 | 307,82 | 100 | FONTE | -3,62 | 0,46 | 0,900 |
| P-46 | J-30 | J-39 | 172,1 | 100 | FONTE | -0,71 | 0,09 | 0,020 |
| P-47 | J-31 | J-33 | 118,45 | 100 | A.ciment | 4,15 | 0,53 | 0,440 |
| P-48 | J-33 | J-37 | 252,61 | 100 | A.ciment | 0,29 | 0,04 | 0,010 |
| P-49 | J-33 | J-34 | 276,81 | 100 | A.ciment | 1,35 | 0,17 | 0,130 |
| P-50 | J-34 | J-35 | 247,14 | 100 | A.ciment | -0,67 | 0,09 | 0,030 |
| P-51 | J-35 | J-36 | 31,39 | 100 | A.ciment | -0,85 | 0,11 | 0,010 |
| P-52 | J-35 | J-37 | 158,47 | 100 | A.ciment | -1,51 | 0,19 | 0,090 |
| P-53 | J-36 | J-91 | 250,7 | 100 | A.ciment | -1,94 | 0,25 | 0,230 |
| P-54 | J-37 | J-38 | 326,56 | 100 | A.ciment | -4,08 | 0,52 | 1,180 |
| P-55 | J-38 | J-39 | 15,59 | 100 | A.ciment | -7,17 | 0,91 | 0,160 |
| P-56 | J-38 | J-86 | 224,14 | 100 | A.ciment | 0,9 | 0,12 | 0,050 |
| P-57 | T-2 | J-40 | 88,89 | 300 | FONTE | 21,45 | 0,3 | 0,030 |
| P-58 | J-40 | J-41 | 222 | 150 | A.ciment | 7,16 | 0,41 | 0,320 |
| P-59 | J-41 | J-42 | 296,06 | 150 | A.ciment | 5,16 | 0,29 | 0,230 |
| P-60 | J-42 | J-43 | 55,51 | 150 | A.ciment | 6,58 | 0,37 | 0,070 |
| P-61 | J-42 | J-45 | 266,54 | 200 | FONTE | -3,81 | 0,12 | 0,030 |

Tableau 34 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-62 | J-43 | J-44 | 260,32 | 150 | A.ciment | 5,35 | 0,3 | 0,220 |
| P-63 | J-44 | J-45 | 66,81 | 150 | A.ciment | -13,62 | 0,77 | 0,310 |
| P-64 | J-44 | J-49 | 220,94 | 150 | A.ciment | -6,1 | 0,35 | 0,230 |
| P-65 | J-44 | J-64 | 11,06 | 250 | FONTE | 22,91 | 0,47 | 0,010 |
| P-66 | J-45 | J-46 | 311,75 | 250 | PVC | -19,92 | 0,41 | 0,250 |
| P-67 | J-46 | J-47 | 244,32 | 200 | FONTE | 10,33 | 0,33 | 0,170 |
| P-68 | J-46 | J-58 | 501,48 | 200 | FONTE | 26,18 | 0,83 | 1,940 |
| P-69 | J-47 | J-48 | 245,72 | 200 | FONTE | 8,43 | 0,27 | 0,120 |
| P-70 | J-48 | J-49 | 113,15 | 200 | FONTE | 7,04 | 0,22 | 0,040 |
| P-71 | J-49 | J-65 | 11,33 | 200 | FONTE | 20,79 | 0,66 | 0,030 |
| P-72 | J-49 | J-50 | 76,91 | 150 | A.ciment | -21,48 | 1,22 | 0,840 |
| P-73 | J-50 | J-51 | 101,06 | 150 | FONTE | -22,17 | 1,25 | 1,170 |
| P-74 | J-51 | J-52 | 108,66 | 150 | FONTE | -13,12 | 0,74 | 0,470 |
| P-75 | J-52 | J-53 | 102,73 | 100 | A.ciment | -5,49 | 0,7 | 0,640 |
| P-76 | J-53 | J-54 | 192,78 | 100 | A.ciment | -6,63 | 0,84 | 1,720 |
| P-77 | J-54 | J-55 | 71,37 | 100 | A.ciment | 4,15 | 0,53 | 0,270 |
| P-78 | J-52 | J-55 | 134,32 | 100 | A.ciment | -8,97 | 1,14 | 2,090 |
| P-79 | J-55 | J-56 | 119,1 | 110 | PVC | -6,08 | 0,64 | 0,570 |
| P-80 | J-56 | J-57 | 383,06 | 100 | FONTE | 1,48 | 0,19 | 0,210 |
| P-81 | J-58 | J-61 | 98,11 | 150 | FONTE | 7,29 | 0,41 | 0,140 |
| P-82 | J-58 | J-59 | 194,51 | 200 | FONTE | 15,82 | 0,5 | 0,300 |
| P-83 | J-59 | J-60 | 103,26 | 150 | FONTE | 4,59 | 0,26 | 0,060 |
| P-84 | J-60 | J-61 | 164,43 | 150 | A.ciment | -6,85 | 0,39 | 0,220 |
| P-85 | J-61 | J-62 | 117,04 | 150 | A.ciment | -1,03 | 0,06 | 0,000 |
| P-86 | J-62 | J-63 | 135,8 | 80 | A.ciment | -2,01 | 0,4 | 0,390 |
| P-87 | J-63 | J-64 | 269,27 | 150 | A.ciment | -12,77 | 0,72 | 1,120 |
| P-88 | J-63 | J-77 | 183,29 | 150 | A.ciment | 8,49 | 0,48 | 0,360 |
| P-89 | J-64 | J-71 | 191,06 | 150 | A.ciment | 13,35 | 0,76 | 0,860 |
| P-90 | J-64 | J-65 | 219,08 | 150 | A.ciment | -5,88 | 0,33 | 0,220 |
| P-91 | J-65 | J-66 | 43,42 | 150 | A.ciment | 13,85 | 0,78 | 0,210 |

Tableau 34 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-92 | J-66 | J-67 | 186,93 | 150 | A.ciment | 12,96 | 0,73 | 0,800 |
| P-93 | J-67 | J-68 | 221,8 | 150 | FONTE | 7,21 | 0,41 | 0,320 |
| P-94 | J-67 | J-70 | 208,17 | 150 | A.ciment | 3,37 | 0,19 | 0,070 |
| P-95 | J-68 | J-69 | 203,78 | 150 | FONTE | 5,56 | 0,31 | 0,180 |
| P-96 | J-69 | J-70 | 210,3 | 100 | FONTE | -2,99 | 0,38 | 0,430 |
| P-97 | J-69 | J-73 | 255,5 | 150 | FONTE | 5,96 | 0,34 | 0,260 |
| P-98 | J-70 | J-71 | 33,17 | 150 | A.ciment | -1,37 | 0,08 | 0,000 |
| P-99 | J-71 | J-72 | 208,8 | 150 | A.ciment | 10,31 | 0,58 | 0,580 |
| P-100 | J-72 | J-73 | 195,16 | 150 | A.ciment | 4,25 | 0,24 | 0,110 |
| P-101 | J-73 | J-74 | 112,65 | 150 | A.ciment | 8,21 | 0,46 | 0,210 |
| P-102 | J-72 | J-77 | 58,33 | 150 | A.ciment | 4,27 | 0,24 | 0,030 |
| P-103 | J-74 | J-75 | 120,6 | 150 | A.ciment | 7,69 | 0,44 | 0,200 |
| P-104 | J-75 | J-76 | 217,77 | 150 | FONTE | -3,19 | 0,18 | 0,070 |
| P-105 | J-75 | J-80 | 121,32 | 150 | A.ciment | 5,59 | 0,32 | 0,110 |
| P-106 | J-76 | J-77 | 121,58 | 150 | A.ciment | -11,36 | 0,64 | 0,410 |
| P-107 | J-76 | J-78 | 169,11 | 150 | A.ciment | 6,2 | 0,35 | 0,180 |
| P-108 | J-78 | J-79 | 17,76 | 150 | A.ciment | 3,05 | 0,17 | 0,010 |
| P-109 | J-78 | J-85 | 182,65 | 150 | A.ciment | 1,72 | 0,1 | 0,020 |
| P-110 | J-79 | J-80 | 205,04 | 150 | A.ciment | -1,19 | 0,07 | 0,010 |
| P-111 | J-79 | J-88 | 228,61 | 90 | PVC | 2,5 | 0,39 | 0,560 |
| P-112 | J-80 | J-81 | 93,84 | 100 | A.ciment | 2,78 | 0,35 | 0,170 |
| P-113 | J-81 | J-82 | 60,14 | 100 | FONTE | -1,21 | 0,15 | 0,020 |
| P-114 | J-82 | J-83 | 198,69 | 100 | FONTE | -2,21 | 0,28 | 0,230 |
| P-115 | J-83 | J-75 | 69,4 | 150 | FONTE | -3,24 | 0,18 | 0,020 |
| P-116 | J-81 | J-84 | 437,78 | 100 | FONTE | 1,69 | 0,22 | 0,310 |
| P-117 | J-60 | J-85 | 137,71 | 150 | A.ciment | 9,87 | 0,56 | 0,360 |
| P-118 | J-85 | J-86 | 215,41 | 150 | FONTE | 9,52 | 0,54 | 0,520 |
| P-119 | J-86 | J-87 | 118,34 | 150 | FONTE | 2,48 | 0,14 | 0,020 |
| P-120 | J-87 | J-89 | 220,14 | 100 | FONTE | 0,7 | 0,09 | 0,030 |
| P-121 | J-89 | J-88 | 168,35 | 100 | FONTE | -0,8 | 0,1 | 0,030 |
| P-122 | J-86 | J-90 | 115,71 | 100 | A.ciment | 5,34 | 0,68 | 0,690 |
| P-123 | J-90 | J-91 | 117,33 | 100 | A.ciment | 3,36 | 0,43 | 0,300 |
| P-124 | J-90 | J-92 | 139,51 | 100 | A.ciment | 0,54 | 0,07 | 0,010 |
| P-125 | J-88 | J-87 | 81,31 | 150 | FONTE | -0,16 | 0,01 | 0,000 |

Tableau 35 : Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| J-1 | 205,89 | 2,49 | 214,03 | 8,1 |
| J-2 | 196,84 | 2,07 | 212,74 | 15,9 |
| J-3 | 199,43 | 0,74 | 212,71 | 13,3 |
| J-4 | 183,7 | 1,43 | 209 | 25,2 |
| J-5 | 154,06 | 1,6 | 204,25 | 50,1 |
| J-6 | 144,19 | 1,39 | 175,65 | 31,4 |
| J-7 | 175,7 | 2,49 | 191,57 | 15,8 |
| J-8 | 161,87 | 1,9 | 155,41 | -6,5 |
| J-9 | 153,76 | 1,77 | 144,28 | -9,5 |
| J-10 | 152,17 | 1,22 | 149,82 | -2,3 |
| J-11 | 137,43 | 1,33 | 151,54 | 14,1 |
| J-12 | 134,57 | 1,81 | 151,2 | 16,6 |
| J-13 | 129,19 | 2,65 | 150,47 | 21,2 |
| J-14 | 126,8 | 2,32 | 154,14 | 27,3 |
| J-15 | 105,19 | 1,94 | 144,33 | 39,1 |
| J-16 | 74,12 | 1,43 | 137,77 | 63,5 |
| J-17 | 103,43 | 2,36 | 144,13 | 40,6 |
| J-18 | 127,67 | 2,91 | 140,15 | 12,5 |
| J-19 | 93,79 | 1,77 | 133,57 | 39,7 |
| J-20 | 144,23 | 2,77 | 140,35 | -3,9 |
| J-21 | 120,57 | 1,98 | 132,31 | 11,7 |
| J-22 | 114,98 | 0,72 | 131,47 | 16,5 |
| J-23 | 129,9 | 0,5 | 132,23 | 2,3 |
| J-24 | 132,63 | 1,15 | 132,21 | -0,4 |
| J-25 | 98,86 | 1,93 | 132,04 | 33,1 |
| J-26 | 126,48 | 2,24 | 130,61 | 4,1 |
| J-27 | 90,73 | 1,55 | 128,94 | 38,1 |
| J-28 | 91,01 | 1,07 | 128,63 | 37,5 |
| J-29 | 98,01 | 2,07 | 128,37 | 30,3 |
| J-30 | 126,27 | 1,92 | 128,2 | 1,9 |
| J-31 | 118,02 | 2,15 | 127,34 | 9,3 |

Tableau 35 suite

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| J-32 | 113,91 | 2,22 | 127,47 | 9,3 |
| J-33 | 121,91 | 2,51 | 126,89 | 13,5 |
| J-34 | 126,73 | 2,03 | 126,76 | 5 |
| J-35 | 88,86 | 1,69 | 126,79 | 0 |
| J-36 | 83,98 | 1,09 | 126,8 | 37,9 |
| J-37 | 100,29 | 2,85 | 126,89 | 42,7 |
| J-38 | 86,83 | 2,19 | 128,07 | 26,5 |
| J-39 | 87,52 | 1,41 | 128,23 | 41,2 |
| J-40 | 115,67 | 0,9 | 131,47 | 40,6 |
| J-41 | 99 | 2 | 131,15 | 15,8 |
| J-42 | 77,9 | 2,39 | 130,92 | 32,1 |
| J-43 | 75,48 | 1,22 | 130,85 | 52,9 |
| J-44 | 73,77 | 2,16 | 130,64 | 55,3 |
| J-45 | 76,5 | 2,49 | 130,95 | 56,8 |
| J-46 | 106,65 | 4,5 | 131,19 | 54,3 |
| J-47 | 102,89 | 1,9 | 131,03 | 24,5 |
| J-48 | 81,45 | 1,39 | 130,91 | 28,1 |
| J-49 | 71,35 | 1,63 | 130,87 | 49,4 |
| J-50 | 70,97 | 0,69 | 131,71 | 59,4 |
| J-51 | 71,18 | 1,69 | 132,88 | 60,6 |
| J-52 | 70,54 | 1,34 | 133,35 | 61,6 |
| J-53 | 79,26 | 1,14 | 133,99 | 62,7 |
| J-54 | 74,16 | 2,09 | 135,71 | 54,6 |
| J-55 | 70,94 | 1,26 | 135,44 | 61,4 |
| J-56 | 70,4 | 2,31 | 136,01 | 64,4 |
| J-57 | 67,31 | 1,48 | 135,8 | 65,5 |
| J-58 | 83,84 | 3,07 | 129,25 | 68,4 |
| J-59 | 88,9 | 1,23 | 128,96 | 45,3 |
| J-60 | 82,35 | 1,57 | 128,89 | 40 |
| J-61 | 80,66 | 1,47 | 129,11 | 46,4 |
| J-62 | 80,82 | 0,98 | 129,11 | 48,4 |

Tableau 35 suite

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|
| J-63 | 75,37 | 2,28 | 129,51 | 54 |
| J-64 | 72,77 | 2,67 | 130,63 | 57,7 |
| J-65 | 71,33 | 1,06 | 130,84 | 59,4 |
| J-66 | 70,98 | 0,89 | 130,63 | 59,5 |
| J-67 | 64,47 | 2,39 | 129,83 | 65,2 |
| J-68 | 60,71 | 1,65 | 129,51 | 68,7 |
| J-69 | 63,77 | 2,59 | 129,33 | 65,4 |
| J-70 | 67,63 | 1,75 | 129,76 | 62 |
| J-71 | 67,92 | 1,67 | 129,76 | 61,7 |
| J-72 | 69 | 1,79 | 129,18 | 60,1 |
| J-73 | 65,44 | 2 | 129,07 | 63,5 |
| J-74 | 65,28 | 0,52 | 128,87 | 63,5 |
| J-75 | 65,95 | 2,05 | 128,67 | 62,6 |
| J-76 | 70,74 | 1,97 | 128,74 | 57,9 |
| J-77 | 70,15 | 1,4 | 129,15 | 58,9 |
| J-78 | 70,7 | 1,43 | 128,56 | 57,7 |
| J-79 | 70,62 | 1,75 | 128,55 | 57,8 |
| J-80 | 65,29 | 1,63 | 128,56 | 63,1 |
| J-81 | 64,56 | 2,29 | 128,39 | 63,7 |
| J-82 | 63 | 1 | 128,42 | 65,3 |
| J-83 | 64,15 | 1,04 | 128,65 | 64,4 |
| J-84 | 59,72 | 1,69 | 128,08 | 68,2 |
| J-85 | 74,66 | 2,07 | 128,54 | 53,8 |
| J-86 | 74,13 | 2,61 | 128,02 | 53,8 |
| J-87 | 68,98 | 1,62 | 127,99 | 58,9 |
| J-88 | 67,96 | 1,85 | 127,99 | 59,9 |
| J-89 | 65,44 | 1,5 | 127,96 | 62,4 |
| J-90 | 72,13 | 1,44 | 127,33 | 55,1 |
| J-91 | 71,14 | 1,42 | 127,03 | 55,8 |
| J-92 | 78,05 | 0,54 | 127,31 | 49,2 |

Remarque

Après la simulation hydraulique de notre réseau a l'état actuel nous avons constaté que :

- des grandes vitesses et perte de charge dans des tronçons ainsi que des faibles vitesses dans autres tronçons (la plage des vitesses pour avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP et de 0,5 m/s jusqu'à 1,5 m/s).
- Des faibles pressions remarqués dans la région Sud-ouest, Nord-est et d'un autre coté des dépressions à cause de la faible dénivelé entre le réservoir de 1500 m³ et les points de terrain de ces zones.

Conclusion

Après la simulation hydraulique, nous avons peut constater les causes de disfonctionnement du réseau d'AEP, car les fuites qui sont due aux cassures fréquent des conduites sont causés par la forte pression dans le réseau.

Cette forte pression est due à la surélévation des deux réservoirs et les grands dénivelés de terrain (forte pente).

Chapitre VI :

Aménagement, renouvellement et recommandation

Introduction

Après avoir fait un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de Meftah et comme nous avons défini et identifié tous les problèmes et anomalies rencontrés dans ce système, nous allons dans ce chapitre dire comment aménager, renouveler et même donner des recommandations pour le bon fonctionnement de ce réseau.

VI.1. Aménagement, renouvellement et recommandation du système d'AEP de la ville

1.1. Concernant les forages

Dans le réseau de la ville de Meftah, Le réservoir de stockage de 5000 m³ ne remplit pas parce que le débit de consommation maximum journalière est supérieure au débit de remplissage de réservoir, donc il y a un déficit qui représente dans le tableau suivant :

Tableau 36 : Le déficit d'eau dans le réseau actuel

| | | |
|--|---------------|-------|
| | Réseau actuel | 2040 |
| Consommation journalière (m ³ /j) | 9426 | 23565 |
| Ressource disponible (m ³ /j) | 5760 | |
| Déficit (m ³ /j) | 3666 | 17805 |

Alors que pour supprimer totalement ce déficit, il faut :

- Faire une autre zone de captage possède des nouveaux forages pour renforcer la première zone.
- Faire deux stations de reprises avec des mini réservoirs de stockage dans chaque zone de captage pour refouler directement à partir de ces réservoirs vers la station du pompage principale.
- Rénover les conduites de refoulement existantes par des nouvelles conduites en PEHD.

On générale pour un bon fonctionnement d'un forage, il faut qu'il soit aménagé des équipements suivants :

- la protection de forage par un abri bien présentable (général, peinture...etc. en bon état).
- Faire l'automatisation des équipements et de l'armoire de commande.
- Prévoir une pompe doseuse de chlore pour la javellisation de l'eau.
- Le compteur d'eau.
- Le monomètre.

- La prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- La sonde de niveau pour vérifier le niveau de la nappe.
- Déterminer les paramètres de la nappe, le débit spécifique et le débit maximum d'exploitation, pour que le choix du groupe électropompe immergée soit bien adapté et cela par le refaire des essais de pompage.

1.2. Concernant la station de pompage

Nous recommandons :

- il faut changer le groupe électropompe existant parce qu'il est installé provisoirement.
- Faire l'entretien des autres équipements pour leurs préservations.

1.3. Concernant les adductions

Nous recommandons de bien entretenir ces adductions pour les préservés.

1.4. Concernant les ouvrages de stockage

Le château d'eau 5000 m³

Nous recommandant de :

- Réhabiliter la clôture qui entour le périmètre du réservoir.
- Installer une échelle pour accéder à la toise du château et visualiser son comportement.
- Installer des appareille de mesure de débit et de pression à la sortie de château d'eau ainsi que des capteurs de niveau de l'eau.
- Faire des interventions régulières pour l'entretien, la surveillance et le nettoyage.

Le réservoir 1500 m³

Nous recommandons de :

- Refaire la peinture extérieure et intérieure de réservoir.
- Installer des appareille de mesure de débit et de pression à la sortie de château d'eau ainsi que des capteurs de niveau de l'eau.
- Faire des interventions régulières pour l'entretien, la surveillance et le nettoyage.

Remarque

L'opération de surveillances se fait comme suite :

- Etat de l'ouvrage.
- Aération : devront être conçus pour éviter l'introduction de la pollution dans le réservoir.
- Trop plein et vidange : fonctionnement et étanchéité.
- Etat des conduites et robinetterie.

- Contrôle des pertes d'eau de l'appareillage de mesure.

Les opérations de nettoyage- désinfection des réservoirs comportent les diverses phases suivantes :

- Nettoyage proprement dit : soit par brossage raclage manuel (pour les petits réservoirs) soit par voie chimique, en utilisant les produits ayant un pouvoir dissolvant vis-à-vis des dépôts afin de faciliter le nettoyage du réservoir, ces produits sont pulvérisés à basse pression sur les parties du réservoir en contact avec l'eau, ils comportent le plus souvent un produit désinfection.
- Décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier eau jet sous pression, en prenant soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.

1.5. Concernant le réseau de distribution de la ville

Pour avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP de la ville de Meftah nous recommandant d'effectuer les travaux suivant :

VI.2. Optimisations de la pression dans le réseau

Pour l'optimisation de la pression dans le réseau, il faut :

- Partager le réseau en trois « 03 » zones (haute, moyenne et basse), séparés par des robinets vannes. Voir le tableau 37.
- Créer un autre réservoir de stockage qui rempli gravitairement à partir de réservoir de 5000 m³.
- Chaque réservoir alimente gravitairement une zone :
 - La zone haute est alimentée par le réservoir de 5000m³.
 - La zone moyenne est alimentée par le réservoir projeté.
 - La zone basse est alimentée par le réservoir de 1500 m³.

Tableau 37 : Les donnés des robinets vannes de séparation.

| vanne | Conduite d'implantation | Point d'implantation | Diamètre (mm) |
|-------|-------------------------|---|---------------|
| RV-1 | P-6 | à 209 m du nœud J-4 sur une cote de terrain 154 m | 50 |
| RV-2 | P-19 | à 271 m du nœud J-15 sur une cote de terrain 74,12 m | 50 |
| RV-3 | P-22 | à 271 m du nœud J-54 sur une cote de terrain 103,43 m | 100 |
| RV-4 | P-25 | à 228 m du nœud J-18 sur une cote de terrain 93,79 m | 50 |
| RV-5 | P-30 | à 63 m du nœud J-21 sur une cote de terrain 115 m | 80 |
| RV-6 | P-38 | à 14 m du nœud J-27 sur une cote de terrain 88,90 m | 50 |
| RV-7 | P-56 | à 215 m du nœud J-86 sur une cote de terrain 86,83 m | 100 |
| RV-8 | P-53 | à 243 m du nœud J-91 sur une cote de terrain 83,98 m | 100 |
| RV-9 | P-10 | à 157,51 m du nœud J-7 sur une cote de terrain 161,87 m | 50 |

2.1. Calcul des ouvrages de stockage

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.

La production est le plus souvent dimensionnée et prévue afin de fournir pour un temps journalier, de fonctionnement généralement compris entre 20 et 24 heures. Le volume correspondant à la consommation journalière totale de pointe du réseau.

2.2. Rôle de réservoir

Le réservoir qui nous avons créé est de rôle suivant :

- Alimenter la zone moyenne de la ville et assure la continuité de distribution dans cette zone.
- Augmenter les pressions au niveau de cette zone.
- Assurer la distribution équitable.

2.3. Détermination de la capacité du réservoir

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

Pour le calcul du volume du réservoir il existe deux méthodes :

Méthode graphique : qui tient compte de la courbe de consommation totale (intégrale) et la courbe d'apport du débit pompé.

La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis à celle des apports.

Méthode analytique : dont la quelle on représente la consommation horaire en pourcentage et les débits horaire des pompes en pourcentage et à partir de ces deux régimes (apport et distribution) on détermine le résidu dans le réservoir. La capacité du réservoir est calculée par la formule :

$$V_r = \alpha \times Q_{\max}^j + V_{\text{inc}}$$

α : résidu maximum en %.

Q_{\max}^j : est le débit maximum journalier (m^3/j).

V_{inc} : est la réserve d'incendie est de 120 m^3 .

La capacité de stockage pour la ville selon la répartition de la consommation qui d'adapte à ce type d'agglomération, le tableau 38 suivant représente la vitrification de la capacité de stockage :

Tableau 38 : Représente la capacité de stockage actuel

| heure | Distribution % | apport % | Stockage % | Distribution % | résidus |
|--------|----------------|----------|------------|----------------|--------------|
| 0-1 | 1,5 | 4,17 | 2,67 | | 8,84 |
| 1--2 | 1,5 | 4,17 | 2,67 | | 11,50 |
| 2--3 | 1,5 | 4,17 | 2,67 | | 14,17 |
| 3--4 | 1,5 | 4,17 | 2,67 | | 16,84 |
| 4--5 | 2,5 | 4,17 | 1,67 | | 18,50 |
| 5--6 | 3,5 | 4,17 | 0,67 | | 19,17 |
| 6--7 | 4,5 | 4,17 | | 0,33 | 18,84 |
| 7--8 | 5,5 | 4,17 | | 1,33 | 17,50 |
| 8--9 | 6,25 | 4,17 | | 2,08 | 15,42 |
| 9--10 | 6,25 | 4,17 | | 2,08 | 13,34 |
| 10--11 | 6,25 | 4,17 | | 2,08 | 11,25 |
| 11--12 | 6,25 | 4,17 | | 2,08 | 9,17 |
| 12--13 | 5 | 4,17 | | 0,83 | 8,34 |
| 13-14 | 5 | 4,17 | | 0,83 | 7,50 |
| 14-15 | 5,5 | 4,17 | | 1,33 | 6,17 |
| 15-16 | 6 | 4,17 | | 1,83 | 4,34 |
| 16-17 | 6 | 4,17 | | 1,83 | 2,50 |
| 17-18 | 5,5 | 4,17 | | 1,33 | 1,17 |
| 18-19 | 5 | 4,17 | | 0,83 | 0,33 |
| 19-20 | 4,5 | 4,17 | | 0,33 | 0 |
| 20-21 | 4 | 4,17 | 0,17 | | 0,17 |
| 21-22 | 3 | 4,17 | 1,17 | | 1,33 |
| 22-23 | 2 | 4,17 | 2,17 | | 3,50 |
| 23-24 | 1,5 | 4,17 | 2,67 | | 6,17 |
| somme | 100 | 100 | | | |

Le volume de stockage sera :

$$V_r = 19,17\% \times Q_{\max,j} + V_{\text{inc}} = 0,1917 \times 4972,32 + 120 = 1073,19 \text{m}^3.$$

Tableau 39 : Représente la capacité de stockage en 2040

| heure | Distribution % | apport % | Stockage % | Distribution % | résidus |
|--------|----------------|----------|------------|----------------|-------------|
| 0-1 | 3,0 | 4,17 | 1,13 | | 1,95 |
| 1--2 | 3,2 | 4,17 | 0,93 | | 2,88 |
| 2--3 | 2,5 | 4,17 | 1,63 | | 4,50 |
| 3--4 | 2,6 | 4,17 | 1,53 | | 6,03 |
| 4--5 | 3,5 | 4,17 | 0,63 | | 6,65 |
| 5--6 | 4,1 | 4,17 | 0,03 | | 6,68 |
| 6--7 | 4,5 | 4,17 | | 0,37 | 6,30 |
| 7--8 | 4,9 | 4,17 | | 0,77 | 5,53 |
| 8--9 | 4,9 | 4,17 | | 0,77 | 4,75 |
| 9--10 | 4,6 | 4,17 | | 0,47 | 4,28 |
| 10--11 | 4,8 | 4,17 | | 0,67 | 3,60 |
| 11--12 | 4,7 | 4,17 | | 0,57 | 3,03 |
| 12--13 | 4,4 | 4,17 | | 0,27 | 2,75 |
| 13-14 | 4,1 | 4,17 | 0,03 | | 2,78 |
| 14-15 | 4,2 | 4,17 | | 0,07 | 2,70 |
| 15-16 | 4,4 | 4,17 | | 0,27 | 2,43 |
| 16-17 | 4,3 | 4,17 | | 0,17 | 2,25 |
| 17-18 | 4,1 | 4,17 | 0,03 | | 2,28 |
| 18-19 | 4,5 | 4,17 | | 0,37 | 1,90 |
| 19-20 | 4,5 | 4,17 | | 0,37 | 1,53 |
| 20-21 | 4,5 | 4,17 | | 0,37 | 1,15 |
| 21-22 | 4,8 | 4,17 | | 0,67 | 0,48 |
| 22-23 | 4,6 | 4,17 | | 0,47 | 0,00 |
| 23-24 | 3,3 | 4,17 | 0,83 | | 0,83 |
| somme | 100 | 100,00 | | | |

Le volume de stockage sera :

$$V_r = 6,68\% \times Q_{\max.j} + V_{\text{inc}} = 0,067 \times 9039,17 + 120 = 725,62 \text{ m}^3.$$

Donc la capacité du réservoir à partir de la comparaison entre le volume à l'état actuel et le volume en 2040 sera :

$$V_r = 1500 \text{ m}^3$$

2.4. Optimisations de la vitesse d'écoulement dans le réseau

Pour l'optimisation de la vitesse d'écoulement dans le réseau on prévoit de changer quelque conduite (changer son diamètre et son matériau).

Pour le choix de type de matériau de ces conduites on opte pour le PEHD car il a les avantages suivants :

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage ;
- Disponibilité sur le marché ;
- Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres ;
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite) ;
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

Le seul inconvénient qu'il a ce matériau, il nécessite une grande technicité pour la jonction.

Les diamètres projetés pour les trois zones de Meftah sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau 40 : Les conduites projetées de la zone haute.

| Conduite | La conduite existante | | La conduite ajoutée | |
|----------|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | Diamètres en (mm) | Matériaux | Diamètres en (mm) | Matériaux |
| P-1 | 250 | A.ciment | 150 | PEHD |
| P-3 | 200 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-2 | 200 | A.ciment | 100 | PEHD |
| P-4 | 100 | PVC | 50 | PEHD |
| P-5 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-6 | 150 | A.ciment | 50 | PEHD |
| P-10 | 150 | A.ciment | 50 | PEHD |

Tableau 41 : Les conduites projetées de la zone moyenne.

| Conduite | la conduite existante | | La conduite ajoutée | |
|----------|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | Diametre en (mm) | Materiaux | Diametre en (mm) | Materiaux |
| P-7 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-8 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-11 | 150 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-15 | 150 | A.ciment | 125 | PEHD |
| P-16 | 100 | A.ciment | 90 | PEHD |
| P-17 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-18 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-21 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-23 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-31 | 250 | PVC | 200 | PEHD |
| P-34 | 250 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-35 | 250 | A.ciment | 150 | PEHD |
| P-39 | 150 | A.ciment | 125 | PEHD |
| P-40 | 150 | A.ciment | 110 | PEHD |
| P-41 | 150 | A.ciment | 110 | PEHD |
| P-42 | 150 | A.ciment | 100 | PEHD |
| P-46 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-48 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-50 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-51 | 100 | A.ciment | 50 | PEHD |
| P-52 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-54 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-55 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-19 | 100 | FONTE | 50 | PEHD |
| P-25 | 100 | FONTE | 50 | PEHD |
| P-30 | 200 | PVC | 80 | PEHD |
| P-38 | 200 | FONTE | 50 | PEHD |

Tableau 42 : Les conduites projetées de la zone basse.

| Conduite | la conduite existante | | La conduite ajoutée | |
|----------|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | Diametre en (mm) | Materiaux | Diametre en (mm) | Materiaux |
| P-20 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-27 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-33 | 300 | FONTE | 250 | PEHD |
| P-57 | 300 | FONTE | 350 | PEHD |
| P-64 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-65 | 250 | FONTE | 150 | PEHD |
| P-66 | 250 | PVC | 200 | PEHD |
| P-68 | 200 | FONTE | 150 | PEHD |
| P-69 | 200 | FONTE | 100 | PEHD |
| P-70 | 200 | FONTE | 100 | PEHD |
| P-71 | 200 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-76 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-77 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-79 | 110 | PVC | 80 | PEHD |
| P-80 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-81 | 150 | FONTE | 100 | PEHD |
| P-82 | 200 | FONTE | 150 | PEHD |
| P-84 | 150 | A.ciment | 100 | PEHD |
| P-87 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-88 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-89 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-90 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-91 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-92 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-93 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-94 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-95 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-96 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-97 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-98 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-99 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-100 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-101 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-102 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-103 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-104 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-105 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |

Tableau 42 suite

| | | | | |
|-------|-----|----------|-----|------|
| P-106 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-107 | 150 | A.ciment | 100 | PEHD |
| P-110 | 150 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-112 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |
| P-113 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-114 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-115 | 150 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-116 | 100 | FONTE | 80 | PEHD |
| P-124 | 100 | A.ciment | 80 | PEHD |

2.5. Aménagements de réseau

Il faut aménager plus le réseau, car il ne dispose d'accessoire suffisante pour son bon fonctionnement c'est pour cela on demande d'ajouter :

- Ajouter de nouveaux poteaux et bouches d'incendies de telle façon a avoir chaque poteau d'incendie couvre un rayon de 100 m.
- Changer les vannes de réseau qui en état corrodé et installer des compteurs pour le comptage des débits.
- Réparer les fuites qui se trouvent dans le réseau.

VI.3. Simulation du réseau

3.1. Cas de pointe

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse, perte de charge) des trois zones sont donnés dans les tableaux 43, 45 et 47 :

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression, demande, charge hydraulique) des trois zones sont donnés dans les tableaux 44, 46 et 48 :

➤ Pour la zone haute :

Tableau 43 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-1 | 284,7 | T-1 | J-1 | 150 | PEHD | 10,81 | 0,61 | 0,67 |
| P-3 | 455,35 | J-1 | J-7 | 80 | PEHD | 3,22 | 0,64 | 2,41 |
| P-2 | 187,28 | J-1 | J-2 | 100 | PEHD | 5,09 | 0,65 | 0,78 |
| P-4 | 190,77 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 0,74 | 0,38 | 0,86 |
| P-5 | 156,09 | J-2 | J-4 | 80 | PEHD | 2,26 | 0,45 | 0,43 |

Tableau 44 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 205,89 | 2,51 | 222,33 | 16,4 |
| J-2 | 196,84 | 2,08 | 221,55 | 24,7 |
| J-3 | 199,43 | 0,74 | 220,69 | 21,2 |
| J-4 | 183,7 | 1,45 | 221,12 | 37,3 |
| J-7 | 175,7 | 2,51 | 219,92 | 44,1 |

➤ Pour la zone moyenne :

Tableau 45 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-7 | 183,36 | J-5 | J-6 | 80 | PEHD | -0,79 | 0,16 | 0,02 |
| P-8 | 162,57 | J-6 | J-14 | 80 | PEHD | -2,2 | 0,44 | 0,56 |
| P-11 | 119,83 | J-8 | J-9 | 200 | PEHD | 38,71 | 1,23 | 0,96 |
| P-12 | 188,43 | J-9 | J-10 | 80 | FONTE | 1,51 | 0,3 | 0,32 |
| P-13 | 128,07 | J-10 | J-11 | 100 | A.ciment | 0,28 | 0,04 | 0,003 |
| P-14 | 182,97 | J-8 | J-11 | 150 | A.ciment | 16,92 | 0,96 | 1,28 |
| P-15 | 31,39 | J-11 | J-12 | 125 | PEHD | 15,86 | 1,29 | 0,55 |
| P-16 | 140,07 | J-12 | J-13 | 100 | PEHD | 11,55 | 1,47 | 2,58 |
| P-17 | 258,14 | J-13 | J-14 | 80 | PEHD | 5,42 | 1,08 | 3,6 |
| P-18 | 180,4 | J-14 | J-15 | 80 | PEHD | 0,88 | 0,17 | 0,09 |
| P-21 | 55,73 | J-15 | J-17 | 80 | PEHD | -2,14 | 0,42 | 0,18 |
| P-23 | 271,95 | J-17 | J-13 | 80 | PEHD | -3,46 | 0,69 | 3,5 |
| P-24 | 302,57 | J-12 | J-18 | 100 | FONTE | 2,49 | 0,32 | 0,44 |
| P-26 | 229,51 | J-18 | J-20 | 80 | FONTE | -1,31 | 0,26 | 0,3 |
| P-28 | 338,15 | J-20 | J-21 | 200 | FONTE | 31,31 | 1 | 4,48 |
| P-29 | 149,57 | J-20 | J-9 | 200 | FONTE | -35,41 | 1,13 | 1,01 |

Tableau 45 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-31 | 111,1 | J-21 | J-23 | 200 | PEHD | 29,06 | 0,93 | 0,52 |
| P-34 | 40,39 | J-23 | J-24 | 200 | PEHD | 28,56 | 0,91 | 0,18 |
| P-35 | 268,43 | J-24 | J-25 | 150 | PEHD | 27,4 | 1,55 | 4,59 |
| P-36 | 224,87 | J-25 | J-26 | 150 | A.ciment | 25,45 | 1,44 | 5,45 |
| P-37 | 357,38 | J-26 | J-27 | 150 | A.ciment | 23,2 | 1,31 | 10,53 |
| P-39 | 32,63 | J-27 | J-28 | 125 | PEHD | 21,58 | 1,76 | 0,61 |
| P-40 | 74,72 | J-28 | J-29 | 110 | PEHD | 13,39 | 1,41 | 1,18 |
| P-41 | 185,11 | J-28 | J-39 | 110 | PEHD | 7,11 | 0,75 | 1,92 |
| P-42 | 153,88 | J-29 | J-30 | 100 | PEHD | 6,3 | 0,8 | 0,96 |
| P-43 | 171,25 | J-30 | J-31 | 100 | A.ciment | 5,66 | 0,72 | 1,14 |
| P-44 | 265,16 | J-31 | J-32 | 100 | FONTE | -2,77 | 0,35 | 0,47 |
| P-45 | 307,82 | J-32 | J-29 | 100 | FONTE | -5 | 0,64 | 1,63 |
| P-46 | 172,1 | J-30 | J-39 | 80 | PEHD | -1,3 | 0,26 | 0,22 |
| P-47 | 118,45 | J-31 | J-33 | 100 | A.ciment | 6,27 | 0,8 | 0,73 |
| P-48 | 252,61 | J-33 | J-37 | 80 | PEHD | 1,09 | 0,22 | 0,24 |
| P-49 | 276,81 | J-33 | J-34 | 100 | A.ciment | 2,65 | 0,34 | 0,35 |
| P-50 | 247,63 | J-34 | J-35 | 80 | PEHD | 0,61 | 0,12 | 0,08 |
| P-51 | 36,06 | J-35 | J-36 | 50 | PEHD | 0,15 | 0,08 | 0,02 |
| P-52 | 157,14 | J-35 | J-37 | 80 | PEHD | -1,25 | 0,25 | 0,19 |
| P-54 | 318,62 | J-37 | J-38 | 80 | PEHD | -3,03 | 0,6 | 2,01 |
| P-55 | 79,21 | J-38 | J-39 | 80 | PEHD | -4,39 | 0,87 | 0,32 |
| P-153 | 280,09 | T-3 | J-8 | 250 | PVC | 57,55 | 1,17 | 1,21 |

Tableau 46 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe

| Nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | Pression piézométrique (m) | Pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-5 | 154,06 | 0,79 | 167,21 | 13,1 |
| J-6 | 144,19 | 1,4 | 167,23 | 23 |
| J-8 | 162,75 | 1,92 | 175,79 | 13 |
| J-9 | 153,76 | 1,78 | 174,84 | 21 |
| J-10 | 152,17 | 1,23 | 174,52 | 22,3 |
| J-11 | 137,43 | 1,34 | 174,51 | 37 |
| J-12 | 134,57 | 1,82 | 173,96 | 39,3 |
| J-13 | 129,19 | 2,67 | 171,39 | 42,1 |
| J-14 | 126,8 | 2,34 | 167,79 | 40,9 |
| J-15 | 105,19 | 1,96 | 167,7 | 62,4 |
| J-17 | 103,43 | 1,33 | 167,88 | 64,3 |
| J-18 | 127,67 | 2,94 | 173,53 | 45,8 |
| J-20 | 144,23 | 2,8 | 173,82 | 29,5 |

Tableau 46 suite

| Nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | Pression piézométrique (m) | Pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-21 | 120,57 | 2 | 169,34 | 48,7 |
| J-23 | 129,9 | 0,51 | 168,82 | 38,8 |
| J-24 | 132,63 | 1,16 | 168,64 | 35,9 |
| J-25 | 98,86 | 1,94 | 164,05 | 65,1 |
| J-26 | 126,48 | 2,26 | 158,6 | 32,1 |
| J-27 | 90,73 | 1,56 | 148,06 | 57,2 |
| J-28 | 91,01 | 1,08 | 147,45 | 56,3 |
| J-29 | 98,01 | 2,09 | 146,27 | 48,2 |
| J-30 | 126,27 | 1,94 | 145,31 | 19 |
| J-31 | 118,02 | 2,16 | 144,18 | 26,1 |
| J-32 | 113,91 | 2,23 | 144,64 | 30,7 |
| J-33 | 121,91 | 2,53 | 143,45 | 21,5 |
| J-34 | 126,73 | 2,04 | 143,1 | 16,3 |
| J-35 | 88,86 | 1,7 | 143,02 | 54,1 |
| J-36 | 83,98 | 0,15 | 143 | 58,9 |
| J-37 | 100,29 | 2,88 | 143,21 | 42,8 |
| J-38 | 86,83 | 1,36 | 145,22 | 58,3 |
| J-39 | 87,52 | 1,42 | 145,53 | 57,9 |

➤ Pour la zone basse :

Tableau 47 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-20 | 68,99 | J-16 | J-56 | 80 | PEHD | -0,38 | 0,08 | 0,01 |
| P-27 | 225,59 | J-19 | J-51 | 80 | PEHD | -0,92 | 0,18 | 0,15 |
| P-32 | 25,1 | J-22 | J-40 | 300 | FONTE | -81,57 | 1,15 | 0,11 |
| P-33 | 102,21 | J-22 | J-46 | 250 | PEHD | 81,09 | 1,65 | 1,08 |
| P-57 | 89,8 | T-2 | J-40 | 350 | PEHD | 97,1 | 1,01 | 0,26 |
| P-58 | 228,59 | J-40 | J-41 | 150 | A.ciment | 14,62 | 0,83 | 1,22 |
| P-59 | 303,29 | J-41 | J-42 | 150 | A.ciment | 12,6 | 0,71 | 1,23 |
| P-60 | 57,72 | J-42 | J-43 | 150 | A.ciment | 13,09 | 0,74 | 0,25 |
| P-61 | 263,01 | J-42 | J-45 | 200 | FONTE | -2,89 | 0,09 | 0,02 |
| P-62 | 252,59 | J-43 | J-44 | 150 | A.ciment | 11,86 | 0,67 | 0,92 |
| P-63 | 85,48 | J-44 | J-45 | 150 | A.ciment | -24,01 | 1,36 | 1,18 |
| P-64 | 215,77 | J-44 | J-49 | 80 | PEHD | 7,56 | 1,5 | 7,27 |
| P-65 | 37,78 | J-44 | J-64 | 150 | PEHD | 26,12 | 1,48 | 1,82 |
| P-66 | 261,68 | J-45 | J-46 | 200 | PEHD | -29,42 | 0,94 | 1,24 |

Tableau 47 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-67 | 244,32 | J-46 | J-47 | 200 | FONTE | 14,28 | 0,45 | 0,31 |
| P-68 | 501,48 | J-46 | J-58 | 150 | PEHD | 32,87 | 1,86 | 12,01 |
| P-69 | 245,72 | J-47 | J-48 | 100 | PEHD | 12,37 | 1,57 | 6,94 |
| P-70 | 108,36 | J-48 | J-49 | 100 | PEHD | 10,97 | 1,4 | 2,45 |
| P-71 | 34,67 | J-49 | J-65 | 80 | PEHD | 2,43 | 0,48 | 0,14 |
| P-72 | 88,26 | J-49 | J-50 | 150 | A.ciment | 14,45 | 0,82 | 0,46 |
| P-73 | 101,06 | J-50 | J-51 | 150 | FONTE | 13,76 | 0,78 | 0,48 |
| P-74 | 108,66 | J-51 | J-52 | 150 | FONTE | 11,13 | 0,63 | 0,35 |
| P-75 | 102,73 | J-52 | J-53 | 100 | A.ciment | 3,58 | 0,46 | 0,29 |
| P-76 | 192,78 | J-53 | J-54 | 80 | PEHD | 2,43 | 0,48 | 0,79 |
| P-77 | 71,37 | J-54 | J-55 | 80 | PEHD | -0,73 | 0,15 | 0,03 |
| P-78 | 134,32 | J-52 | J-55 | 100 | A.ciment | 6,2 | 0,79 | 1,06 |
| P-79 | 119,1 | J-55 | J-56 | 80 | PEHD | 4,2 | 0,84 | 1,35 |
| P-80 | 383,06 | J-56 | J-57 | 80 | PEHD | 1,49 | 0,3 | 0,64 |
| P-81 | 98,56 | J-58 | J-61 | 100 | PEHD | 8,57 | 1,09 | 1,41 |
| P-82 | 193,22 | J-58 | J-59 | 150 | PEHD | 21,2 | 1,2 | 2,05 |
| P-83 | 61,21 | J-59 | J-60 | 150 | FONTE | 20,01 | 1,13 | 0,58 |
| P-84 | 159,39 | J-60 | J-61 | 100 | PEHD | -6,13 | 0,78 | 1,23 |
| P-85 | 118,36 | J-61 | J-62 | 150 | A.ciment | 0,96 | 0,05 | 0,004 |
| P-86 | 159,52 | J-62 | J-63 | 80 | A.ciment | -0,03 | 0,01 | 0,0002 |
| P-87 | 268,5 | J-63 | J-64 | 80 | PEHD | -7,78 | 1,55 | 9,18 |
| P-88 | 174,56 | J-63 | J-77 | 80 | PEHD | 5,45 | 1,09 | 3,21 |
| P-89 | 192,04 | J-64 | J-71 | 80 | PEHD | 9,71 | 1,93 | 10,89 |
| P-90 | 205,16 | J-64 | J-65 | 80 | PEHD | 5,95 | 1,18 | 5,59 |
| P-91 | 67,35 | J-65 | J-66 | 80 | PEHD | 7,31 | 1,45 | 2,13 |
| P-92 | 178,92 | J-66 | J-67 | 80 | PEHD | 6,41 | 1,28 | 4,44 |
| P-93 | 221,8 | J-67 | J-68 | 80 | PEHD | 3,7 | 0,74 | 1,99 |
| P-94 | 150,9 | J-67 | J-70 | 80 | PEHD | 0,2 | 0,04 | 0,01 |
| P-95 | 203,78 | J-68 | J-69 | 80 | PEHD | -0,84 | 0,17 | 0,12 |
| P-96 | 227,79 | J-69 | J-70 | 80 | PEHD | -3,52 | 0,7 | 1,86 |
| P-97 | 255,5 | J-69 | J-73 | 80 | PEHD | 0,78 | 0,15 | 0,13 |
| P-98 | 90,65 | J-70 | J-71 | 80 | PEHD | -4,72 | 0,94 | 1,27 |
| P-99 | 208,67 | J-71 | J-72 | 80 | PEHD | 3,34 | 0,66 | 1,55 |
| P-100 | 195,16 | J-72 | J-73 | 80 | PEHD | 3,66 | 0,73 | 1,72 |
| P-101 | 112,65 | J-73 | J-74 | 80 | PEHD | 2,73 | 0,54 | 0,58 |
| P-102 | 68,59 | J-72 | J-77 | 80 | PEHD | -1,02 | 0,2 | 0,06 |
| P-103 | 120,6 | J-74 | J-75 | 80 | PEHD | 1,39 | 0,28 | 0,18 |
| P-104 | 217,77 | J-75 | J-76 | 80 | PEHD | -3,51 | 0,7 | 1,77 |

Tableau 47 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-105 | 121,32 | J-75 | J-80 | 80 | PEHD | 1,01 | 0,2 | 0,1 |
| P-106 | 111,83 | J-76 | J-77 | 80 | PEHD | -3,17 | 0,63 | 0,75 |
| P-107 | 169,11 | J-76 | J-78 | 100 | PEHD | -2,45 | 0,31 | 0,24 |
| P-108 | 17,76 | J-78 | J-79 | 150 | A.ciment | 7,11 | 0,4 | 0,02 |
| P-109 | 182,65 | J-78 | J-85 | 150 | A.ciment | -11 | 0,62 | 0,58 |
| P-110 | 205,04 | J-79 | J-80 | 80 | PEHD | 3,96 | 0,79 | 2,08 |
| P-111 | 228,61 | J-79 | J-88 | 90 | PVC | 1,39 | 0,22 | 0,19 |
| P-112 | 93,84 | J-80 | J-81 | 80 | PEHD | 3,34 | 0,66 | 0,69 |
| P-113 | 60,14 | J-81 | J-82 | 80 | PEHD | -0,68 | 0,13 | 0,02 |
| P-114 | 198,69 | J-82 | J-83 | 80 | PEHD | -1,69 | 0,34 | 0,42 |
| P-115 | 69,4 | J-83 | J-75 | 80 | PEHD | -2,73 | 0,54 | 0,35 |
| P-116 | 437,78 | J-81 | J-84 | 80 | PEHD | 1,71 | 0,34 | 0,94 |
| P-117 | 137,71 | J-60 | J-85 | 150 | A.ciment | 24,56 | 1,39 | 1,92 |
| P-118 | 215,41 | J-85 | J-86 | 150 | FONTE | 11,48 | 0,65 | 0,74 |
| P-119 | 118,34 | J-86 | J-87 | 150 | FONTE | 3,63 | 0,21 | 0,05 |
| P-120 | 220,14 | J-87 | J-89 | 100 | FONTE | 0,73 | 0,09 | 0,03 |
| P-121 | 168,35 | J-89 | J-88 | 100 | FONTE | -0,78 | 0,1 | 0,03 |
| P-122 | 115,71 | J-86 | J-90 | 100 | A.ciment | 4,38 | 0,56 | 0,48 |
| P-123 | 117,33 | J-90 | J-91 | 100 | A.ciment | 2,38 | 0,3 | 0,16 |
| P-124 | 139,51 | J-90 | J-92 | 80 | PEHD | 0,54 | 0,11 | 0,04 |
| P-125 | 81,31 | J-88 | J-87 | 150 | FONTE | -1,26 | 0,07 | 0,005 |

Tableau 48 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe

| Nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | Pression piézométrique (m) | Pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-16 | 74,12 | 0,38 | 114,64 | 40,4 |
| J-19 | 93,79 | 0,92 | 117,26 | 23,4 |
| J-22 | 114,98 | 0,48 | 129,13 | 14,1 |
| J-40 | 115,67 | 0,91 | 129,24 | 13,5 |
| J-41 | 99 | 2,02 | 128,02 | 29 |
| J-42 | 77,9 | 2,41 | 126,79 | 48,8 |
| J-43 | 75,48 | 1,23 | 126,54 | 51 |
| J-44 | 73,77 | 2,18 | 125,62 | 51,7 |
| J-45 | 76,5 | 2,51 | 126,81 | 50,2 |
| J-46 | 106,65 | 4,53 | 128,05 | 21,4 |
| J-47 | 102,89 | 1,91 | 127,74 | 24,8 |
| J-48 | 81,45 | 1,4 | 120,8 | 39,3 |

Tableau 48 suite

| Nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | Pression piézométrique (m) | Pression (m) |
|------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|
| J-49 | 71,35 | 1,65 | 118,35 | 46,9 |
| J-50 | 70,97 | 0,69 | 117,89 | 46,8 |
| J-51 | 71,18 | 1,71 | 117,41 | 46,1 |
| J-52 | 70,54 | 1,35 | 117,06 | 46,4 |
| J-53 | 79,26 | 1,15 | 116,77 | 37,4 |
| J-54 | 74,16 | 2,11 | 115,97 | 41,7 |
| J-55 | 70,94 | 1,27 | 116 | 45 |
| J-56 | 70,4 | 2,33 | 114,65 | 44,2 |
| J-57 | 67,31 | 1,49 | 114,01 | 46,6 |
| J-58 | 83,84 | 3,1 | 116,04 | 32,1 |
| J-59 | 88,9 | 1,19 | 113,98 | 25 |
| J-60 | 82,35 | 1,58 | 113,4 | 31 |
| J-61 | 80,66 | 1,48 | 114,63 | 33,9 |
| J-62 | 80,82 | 0,99 | 114,62 | 33,7 |
| J-63 | 75,37 | 2,29 | 114,62 | 39,2 |
| J-64 | 72,77 | 2,69 | 123,8 | 50,9 |
| J-65 | 71,33 | 1,07 | 118,21 | 46,8 |
| J-66 | 70,98 | 0,9 | 116,08 | 45 |
| J-67 | 64,47 | 2,51 | 111,64 | 47,1 |
| J-68 | 60,71 | 4,53 | 109,65 | 48,8 |
| J-69 | 63,77 | 1,91 | 109,77 | 45,9 |
| J-70 | 67,63 | 1,4 | 111,63 | 43,9 |
| J-71 | 67,92 | 1,65 | 112,91 | 44,9 |
| J-72 | 69 | 0,69 | 111,36 | 42,3 |
| J-73 | 65,44 | 1,71 | 109,64 | 44,1 |
| J-74 | 65,28 | 1,35 | 109,07 | 43,7 |
| J-75 | 65,95 | 1,15 | 108,89 | 42,9 |
| J-76 | 70,74 | 2,11 | 110,66 | 39,8 |
| J-77 | 70,15 | 1,27 | 111,41 | 41,2 |
| J-78 | 70,7 | 1,44 | 110,9 | 40,1 |
| J-79 | 70,62 | 1,76 | 110,88 | 40,2 |
| J-80 | 65,29 | 1,64 | 108,79 | 43,4 |
| J-81 | 64,56 | 2,31 | 108,1 | 43,4 |
| J-82 | 63 | 1,01 | 108,12 | 45 |
| J-83 | 64,15 | 1,05 | 108,54 | 44,3 |
| J-84 | 59,72 | 1,71 | 107,16 | 47,3 |
| J-85 | 74,66 | 2,09 | 111,48 | 36,7 |
| J-86 | 74,13 | 2,63 | 110,74 | 36,5 |
| J-87 | 68,98 | 1,64 | 110,69 | 41,6 |
| J-88 | 67,96 | 1,86 | 110,69 | 42,6 |
| J-89 | 65,44 | 1,51 | 110,66 | 45,1 |
| J-90 | 72,13 | 1,45 | 110,26 | 38,1 |
| J-91 | 71,14 | 1,43 | 110,11 | 38,9 |
| J-92 | 78,05 | 0,54 | 110,23 | 32,1 |

Remarque

Après la modification sur le réseau à l'état actuel que nous avons proposé nous remarquons que :

- La pression dans le réseau a diminuée dans les zones haute et basse et a s'augmenté dans la zone moyenne et elle a pris une plage entre (12 et 60) dans le cas de pointe et même cas pour la consommation minimal comme la figure le montre.
- Une faible variation de la pression dans tous les heures de consommation journalière, par exemple si on prend les nœuds (J-2,J-18 et J- 42) successivement dans les zones haute, moyenne et basse , nous avons une variation de la pression entre l'heure de pointe 08 h et l'heure de consommation minimal 00 h très faible de l'ordre de 5 m.c.e.

Alors pour le nœud J-2 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 3,9 m.c.e.

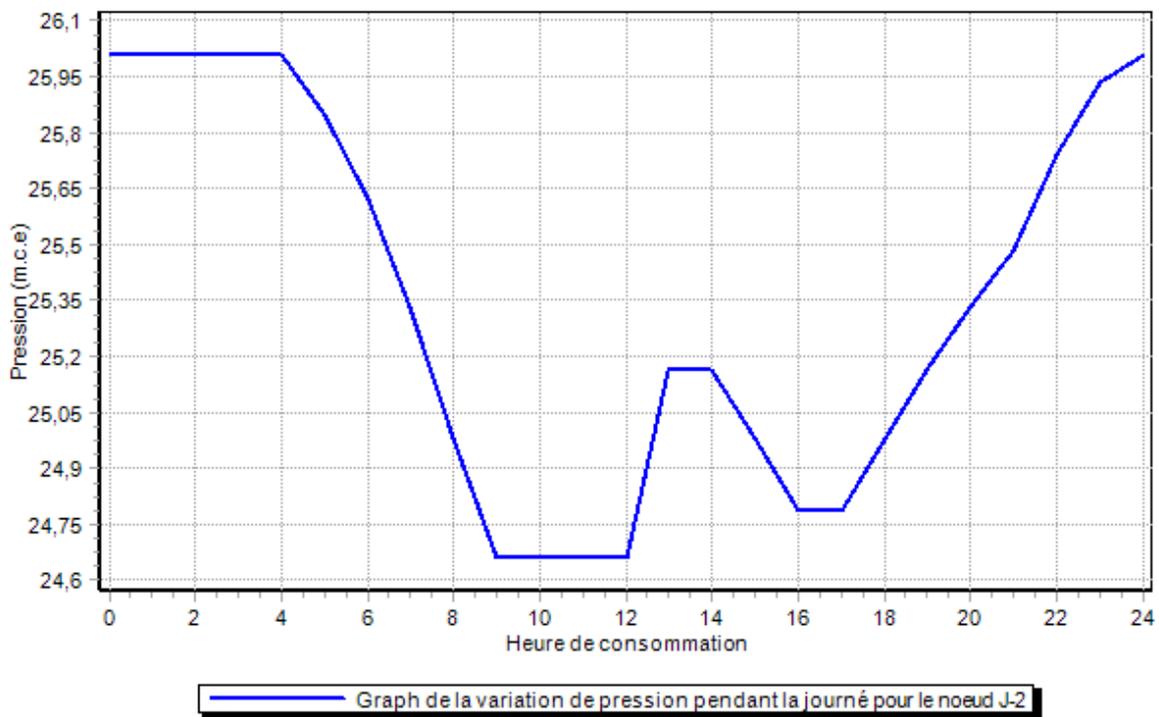


Figure 17 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2

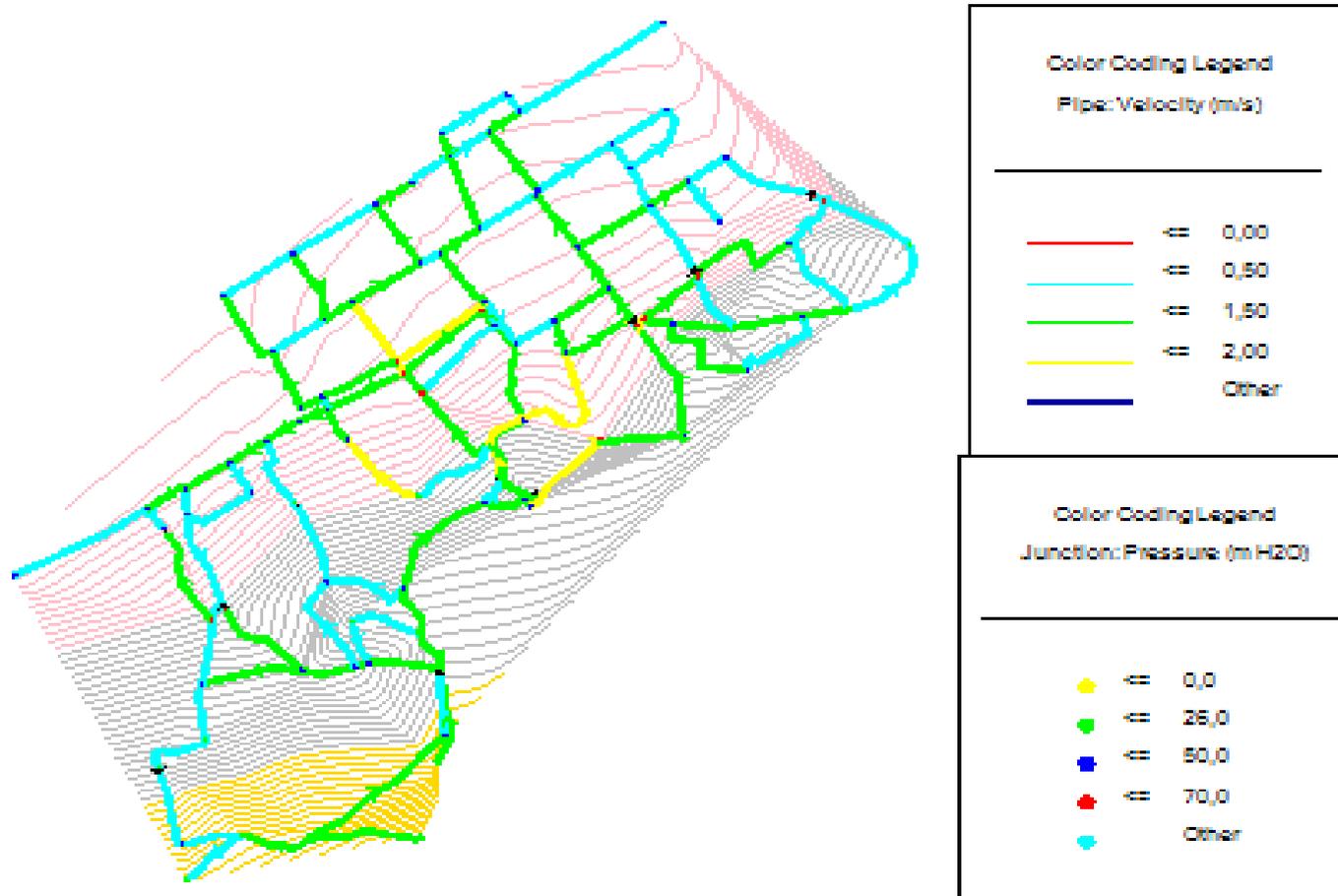


Figure 18 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l’heure de consommation maximale 09 h

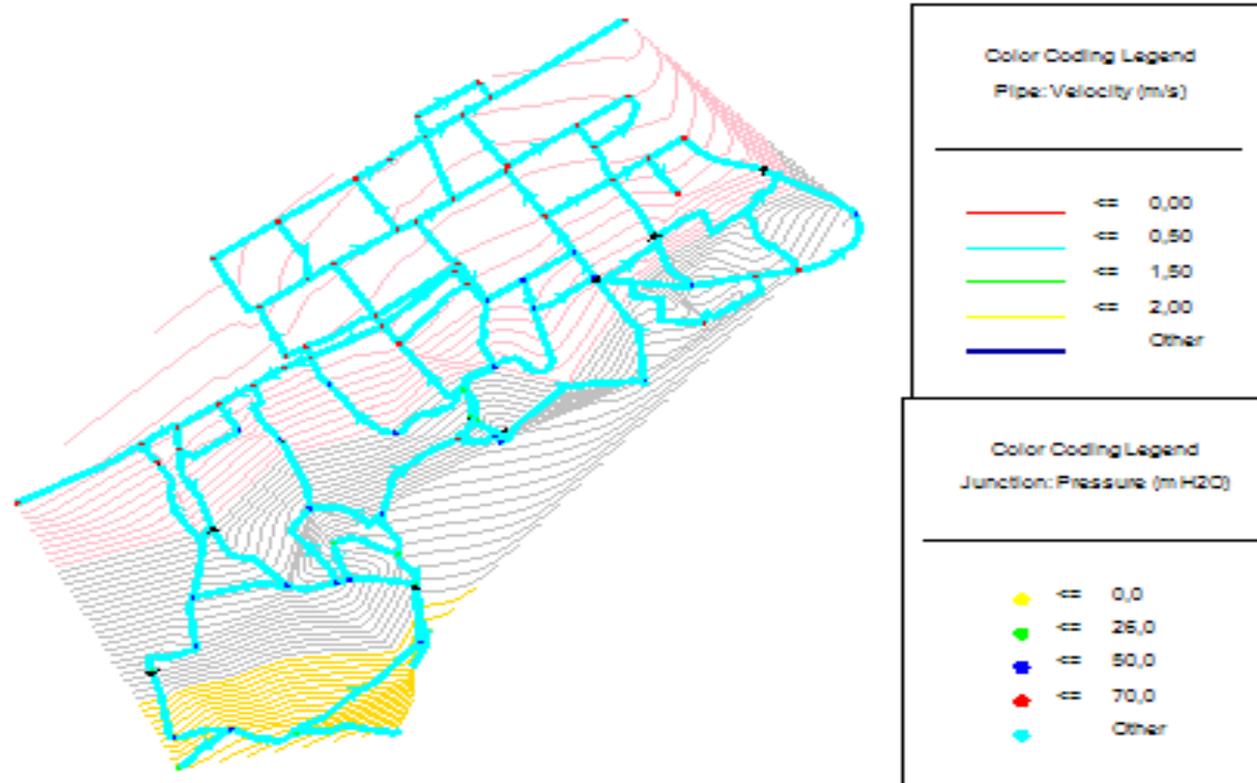


Figure 19 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de consommation minimale 00 h

Pour le nœud J-18 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 3,2 m.c.e

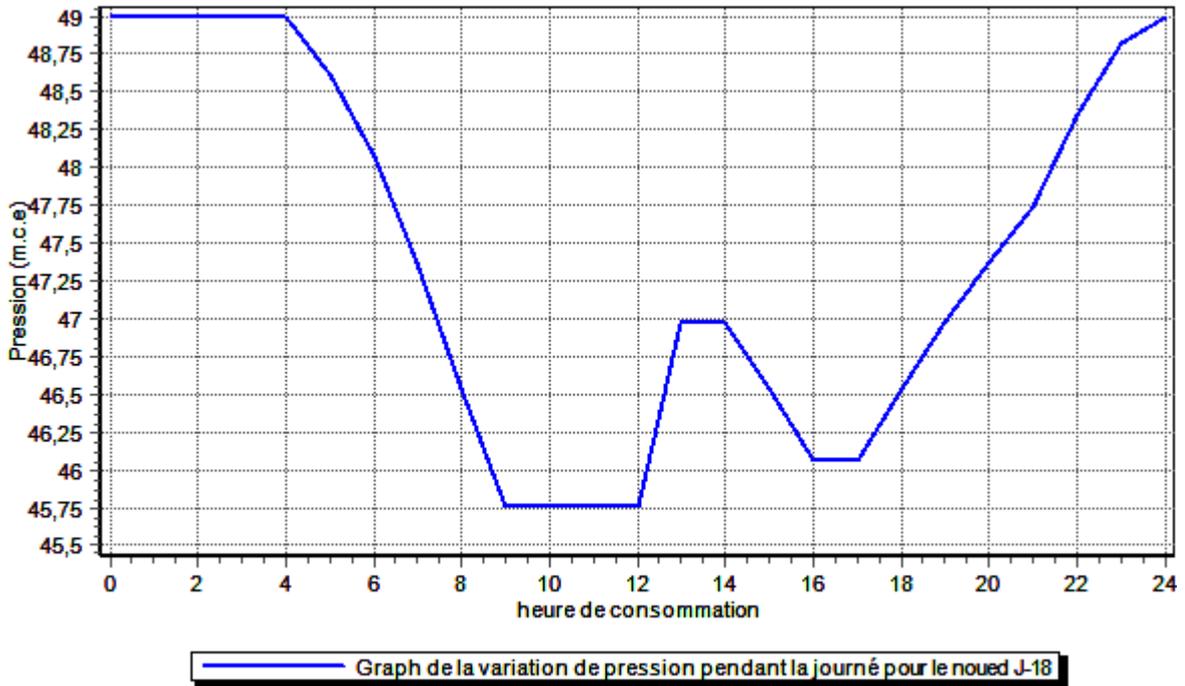


Figure 20 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-18

Pour le nœud J-42 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 2,5 m.c.e

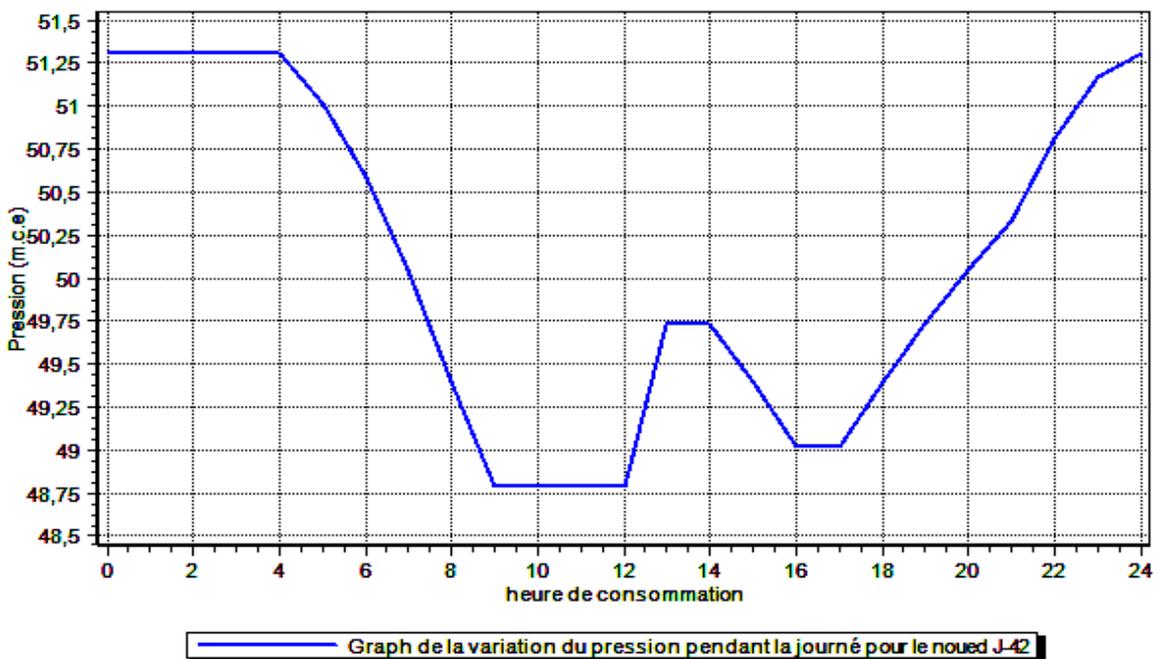


Figure 21 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-42

- Les vitesses dans les conduites sont optimal (la majorité des vitesses se trouvent dans la plage de 0,5 m/s et 1,5 m/s).

3.2. Cas de pointe + incendie

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable.

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf aux nœuds N°1, N°8 et N°40 successivement dans les zones haute, moyenne et basse qui devient :

$$Q_{N^{\circ}1} = 2,51 + 17 = 19,51 \text{ (L/S)}$$

$$Q_{N^{\circ}8} = 1,92 + 17 = 18,92 \text{ (L/S)}$$

$$Q_{N^{\circ}40} = 0,91 + 17 = 17,91 \text{ (L/S)}$$

Les résultats de la simulation pour les conduites dans chaque zone (vitesse et perte de charge) sont représentés dans le tableau 49,51 et 53.

Les résultats de la simulation pour les nœuds dans chaque zone (pression et demande) sont représentés dans le tableau 50,52 et 54.

Remarque

Nous rappelons que pour le cas de pointe+incendie il faut au minimum garder une pression de 6 m.c.e et voir même une vitesse dans les conduites alimentant le point le plus défavorable qui peut attendre une vitesse de 2 m/s.

- **Pour la zone haute :**

Tableau 49 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe +incendie

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-1 | 150 | 27,81 | 1,57 | 3,84 |
| P-3 | 80 | 3,22 | 0,64 | 2,41 |
| P-2 | 100 | 5,09 | 0,65 | 0,78 |
| P-4 | 50 | 0,74 | 0,38 | 0,86 |
| P-5 | 80 | 2,26 | 0,45 | 0,43 |

Tableau 50 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe + incendie

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 205,89 | 19,51 | 219,16 | 13,2 |
| J-2 | 196,84 | 2,08 | 218,38 | 21,5 |
| J-3 | 199,43 | 0,74 | 217,51 | 18 |
| J-4 | 183,7 | 1,45 | 217,95 | 34,2 |
| J-7 | 175,7 | 2,51 | 216,75 | 41 |

➤ Pour la zone moyenne :

Tableau 51 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe +incendie

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-7 | 80 | -0,79 | 0,16 | 0,02 |
| P-8 | 80 | -2,2 | 0,44 | 0,56 |
| P-11 | 200 | 38,71 | 1,23 | 0,96 |
| P-12 | 80 | 1,51 | 0,3 | 0,32 |
| P-13 | 100 | 0,28 | 0,04 | 0,003 |
| P-14 | 150 | 16,92 | 0,96 | 1,28 |
| P-15 | 125 | 15,86 | 1,29 | 0,55 |
| P-16 | 100 | 11,55 | 1,47 | 2,58 |
| P-17 | 80 | 5,42 | 1,08 | 3,6 |
| P-18 | 80 | 0,88 | 0,17 | 0,09 |
| P-21 | 80 | -2,14 | 0,42 | 0,18 |
| P-23 | 80 | -3,46 | 0,69 | 3,5 |
| P-24 | 100 | 2,49 | 0,32 | 0,44 |
| P-26 | 80 | -1,31 | 0,26 | 0,3 |
| P-28 | 200 | 31,31 | 1 | 4,48 |
| P-29 | 200 | -35,41 | 1,13 | 1,01 |
| P-31 | 200 | 29,06 | 0,93 | 0,52 |
| P-34 | 200 | 28,56 | 0,91 | 0,18 |
| P-35 | 150 | 27,4 | 1,55 | 4,59 |
| P-36 | 150 | 25,45 | 1,44 | 5,45 |
| P-37 | 150 | 23,2 | 1,31 | 10,53 |
| P-39 | 125 | 21,58 | 1,76 | 0,61 |
| P-40 | 110 | 13,39 | 1,41 | 1,18 |
| P-41 | 110 | 7,11 | 0,75 | 1,92 |
| P-42 | 100 | 6,3 | 0,8 | 0,96 |
| P-43 | 100 | 5,66 | 0,72 | 1,14 |
| P-44 | 100 | -2,77 | 0,35 | 0,47 |
| P-45 | 100 | -5 | 0,64 | 1,63 |
| P-46 | 80 | -1,3 | 0,26 | 0,22 |
| P-47 | 100 | 6,27 | 0,8 | 0,73 |
| P-48 | 80 | 1,09 | 0,22 | 0,24 |
| P-49 | 100 | 2,65 | 0,34 | 0,35 |
| P-50 | 80 | 0,61 | 0,12 | 0,08 |
| P-51 | 50 | 0,15 | 0,08 | 0,02 |
| P-52 | 80 | -1,25 | 0,25 | 0,19 |
| P-54 | 80 | -3,03 | 0,6 | 2,01 |
| P-55 | 80 | -4,39 | 0,87 | 0,32 |
| P-153 | 250 | 74,55 | 1,52 | 1,95 |

Tableau 52 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe + incendie

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-5 | 154,06 | 0,79 | 166,47 | 12,4 |
| J-6 | 144,19 | 1,4 | 166,49 | 22,3 |
| J-8 | 162,75 | 18,92 | 175,05 | 12,3 |
| J-9 | 153,76 | 1,78 | 174,09 | 20,3 |
| J-10 | 152,17 | 1,23 | 173,77 | 21,6 |
| J-11 | 137,43 | 1,34 | 173,77 | 36,3 |
| J-12 | 134,57 | 1,82 | 173,22 | 38,6 |
| J-13 | 129,19 | 2,67 | 170,64 | 41,4 |
| J-14 | 126,8 | 2,34 | 167,05 | 40,2 |
| J-15 | 105,19 | 1,96 | 166,96 | 61,6 |
| J-17 | 103,43 | 1,33 | 167,14 | 63,6 |
| J-18 | 127,67 | 2,94 | 172,78 | 45 |
| J-20 | 144,23 | 2,8 | 173,08 | 28,8 |
| J-21 | 120,57 | 2 | 168,6 | 47,9 |
| J-23 | 129,9 | 0,51 | 168,08 | 38,1 |
| J-24 | 132,63 | 1,16 | 167,9 | 35,2 |
| J-25 | 98,86 | 1,94 | 163,31 | 64,3 |
| J-26 | 126,48 | 2,26 | 157,85 | 31,3 |
| J-27 | 90,73 | 1,56 | 147,32 | 56,5 |
| J-28 | 91,01 | 1,08 | 146,71 | 55,6 |
| J-29 | 98,01 | 2,09 | 145,53 | 47,4 |
| J-30 | 126,27 | 1,94 | 144,57 | 18,3 |
| J-31 | 118,02 | 2,16 | 143,43 | 25,4 |
| J-32 | 113,91 | 2,23 | 143,9 | 29,9 |
| J-33 | 121,91 | 2,53 | 142,7 | 20,8 |
| J-34 | 126,73 | 2,04 | 142,36 | 15,6 |
| J-35 | 88,86 | 1,7 | 142,28 | 53,3 |
| J-36 | 83,98 | 0,15 | 142,26 | 58,2 |
| J-37 | 100,29 | 2,88 | 142,47 | 42,1 |
| J-38 | 86,83 | 1,36 | 144,47 | 57,5 |
| J-39 | 87,52 | 1,42 | 144,79 | 57,2 |

➤ Pour la zone basse :

Tableau 53 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe +incendie

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-20 | 80 | -0,38 | 0,08 | 0,01 |
| P-27 | 80 | -0,92 | 0,18 | 0,15 |
| P-32 | 300 | -81,35 | 1,15 | 0,11 |
| P-33 | 250 | 80,88 | 1,65 | 1,08 |
| P-57 | 350 | 114,1 | 1,19 | 0,35 |
| P-58 | 150 | 14,84 | 0,84 | 1,26 |
| P-59 | 150 | 12,82 | 0,73 | 1,27 |
| P-60 | 150 | 13,28 | 0,75 | 0,26 |
| P-61 | 200 | -2,87 | 0,09 | 0,02 |
| P-62 | 150 | 12,05 | 0,68 | 0,94 |
| P-63 | 150 | -24,83 | 1,41 | 1,22 |
| P-64 | 80 | 7,09 | 1,41 | 6,45 |
| P-65 | 150 | 27,61 | 1,56 | 0,66 |
| P-66 | 200 | -30,22 | 0,96 | 1,32 |
| P-67 | 200 | 13,79 | 0,44 | 0,29 |
| P-68 | 150 | 32,33 | 1,83 | 11,65 |
| P-69 | 100 | 11,88 | 1,51 | 6,44 |
| P-70 | 100 | 10,48 | 1,33 | 2,25 |
| P-71 | 80 | 1,48 | 0,29 | 0,06 |
| P-72 | 150 | 14,45 | 0,82 | 0,46 |
| P-73 | 150 | 13,76 | 0,78 | 0,48 |
| P-74 | 150 | 11,13 | 0,63 | 0,35 |
| P-75 | 100 | 3,58 | 0,46 | 0,29 |
| P-76 | 80 | 2,43 | 0,48 | 0,79 |
| P-77 | 80 | -0,73 | 0,15 | 0,03 |
| P-78 | 100 | 6,2 | 0,79 | 1,06 |
| P-79 | 80 | 4,2 | 0,84 | 1,35 |
| P-80 | 80 | 1,49 | 0,3 | 0,64 |
| P-81 | 100 | 8,33 | 1,06 | 1,34 |
| P-82 | 150 | 20,91 | 1,18 | 2 |
| P-83 | 150 | 19,72 | 1,12 | 0,57 |
| P-84 | 100 | -6,15 | 0,78 | 1,23 |
| P-85 | 150 | 0,7 | 0,04 | 0,002 |
| P-86 | 80 | -0,28 | 0,06 | 0,01 |
| P-87 | 80 | -7,89 | 1,57 | 9,79 |
| P-88 | 80 | 5,31 | 1,06 | 3,06 |

Tableau 53 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-89 | 80 | 10,12 | 2,01 | 11,09 |
| P-90 | 80 | 6,91 | 1,37 | 5,85 |
| P-91 | 80 | 7,32 | 1,46 | 2,14 |
| P-92 | 80 | 6,42 | 1,28 | 4,45 |
| P-93 | 80 | 3,76 | 0,75 | 2,05 |
| P-94 | 80 | 0,14 | 0,03 | 0,003 |
| P-95 | 80 | -0,77 | 0,15 | 0,1 |
| P-96 | 80 | -3,61 | 0,72 | 1,95 |
| P-97 | 80 | 0,93 | 0,18 | 0,18 |
| P-98 | 80 | -4,86 | 0,97 | 1,35 |
| P-99 | 80 | 3,61 | 0,72 | 1,78 |
| P-100 | 80 | 3,63 | 0,72 | 1,69 |
| P-101 | 80 | 2,86 | 0,57 | 0,62 |
| P-102 | 80 | -0,72 | 0,14 | 0,03 |
| P-103 | 80 | 1,51 | 0,3 | 0,2 |
| P-104 | 80 | -3,46 | 0,69 | 1,73 |
| P-105 | 80 | 1,08 | 0,21 | 0,11 |
| P-106 | 80 | -3,33 | 0,66 | 0,82 |
| P-107 | 100 | -2,24 | 0,29 | 0,2 |
| P-108 | 150 | 7,09 | 0,4 | 0,02 |
| P-109 | 150 | -10,77 | 0,61 | 0,55 |
| P-110 | 80 | 3,89 | 0,77 | 2,01 |
| P-111 | 90 | 1,44 | 0,23 | 0,2 |
| P-112 | 80 | 3,33 | 0,66 | 0,69 |
| P-113 | 80 | -0,69 | 0,14 | 0,02 |
| P-114 | 80 | -1,7 | 0,34 | 0,42 |
| P-115 | 80 | -2,74 | 0,55 | 0,36 |
| P-116 | 80 | 1,71 | 0,34 | 0,94 |
| P-117 | 150 | 24,28 | 1,37 | 1,88 |
| P-118 | 150 | 11,43 | 0,65 | 0,73 |
| P-119 | 150 | 3,58 | 0,2 | 0,05 |
| P-120 | 100 | 0,73 | 0,09 | 0,03 |
| P-121 | 100 | -0,78 | 0,1 | 0,03 |
| P-122 | 100 | 4,38 | 0,56 | 0,48 |
| P-123 | 100 | 2,38 | 0,3 | 0,16 |
| P-124 | 80 | 0,54 | 0,11 | 0,04 |
| P-125 | 150 | -1,21 | 0,07 | 0,004 |

Tableau 54 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe + incendie

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-16 | 74,12 | 0,38 | 115,27 | 41,1 |
| J-19 | 93,79 | 0,92 | 117,88 | 24 |
| J-22 | 114,98 | 0,48 | 129,04 | 14 |
| J-40 | 115,67 | 17,91 | 129,15 | 13,5 |
| J-41 | 99 | 2,02 | 127,9 | 28,8 |
| J-42 | 77,9 | 2,41 | 126,63 | 48,6 |
| J-43 | 75,48 | 1,23 | 126,37 | 50,8 |
| J-44 | 73,77 | 2,18 | 125,43 | 51,6 |
| J-45 | 76,5 | 2,51 | 126,64 | 50 |
| J-46 | 106,65 | 4,53 | 127,96 | 21,3 |
| J-47 | 102,89 | 1,91 | 127,68 | 24,7 |
| J-48 | 81,45 | 1,4 | 121,23 | 39,7 |
| J-49 | 71,35 | 1,65 | 118,98 | 47,5 |
| J-50 | 70,97 | 0,69 | 118,52 | 47,5 |
| J-51 | 71,18 | 1,71 | 118,03 | 46,8 |
| J-52 | 70,54 | 1,35 | 117,68 | 47 |
| J-53 | 79,26 | 1,15 | 117,39 | 38,1 |
| J-54 | 74,16 | 2,11 | 116,6 | 42,4 |
| J-55 | 70,94 | 1,27 | 116,63 | 45,6 |
| J-56 | 70,4 | 2,33 | 115,28 | 44,8 |
| J-57 | 67,31 | 1,49 | 114,64 | 47,2 |
| J-58 | 83,84 | 3,1 | 116,31 | 32,4 |
| J-59 | 88,9 | 1,19 | 114,31 | 25,4 |
| J-60 | 82,35 | 1,58 | 113,74 | 31,3 |
| J-61 | 80,66 | 1,48 | 114,98 | 34,2 |
| J-62 | 80,82 | 0,99 | 114,97 | 34,1 |
| J-63 | 75,37 | 2,29 | 114,99 | 39,5 |
| J-64 | 72,77 | 2,69 | 124,77 | 51,9 |
| J-65 | 71,33 | 1,07 | 118,92 | 47,5 |
| J-66 | 70,98 | 0,9 | 116,79 | 45,7 |
| J-67 | 64,47 | 2,51 | 112,34 | 47,8 |
| J-68 | 60,71 | 4,53 | 110,28 | 49,5 |
| J-69 | 63,77 | 1,91 | 110,38 | 46,5 |
| J-70 | 67,63 | 1,4 | 112,33 | 44,6 |
| J-71 | 67,92 | 1,65 | 113,68 | 45,7 |
| J-72 | 69 | 0,69 | 111,9 | 42,8 |

Tableau 54 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-73 | 65,44 | 1,71 | 110,21 | 44,7 |
| J-74 | 65,28 | 1,35 | 109,58 | 44,2 |
| J-75 | 65,95 | 1,15 | 109,38 | 43,3 |
| J-76 | 70,74 | 2,11 | 111,1 | 40,3 |
| J-77 | 70,15 | 1,27 | 111,93 | 41,7 |
| J-78 | 70,7 | 1,44 | 111,3 | 40,5 |
| J-79 | 70,62 | 1,76 | 111,28 | 40,6 |
| J-80 | 65,29 | 1,64 | 109,27 | 43,9 |
| J-81 | 64,56 | 2,31 | 108,58 | 43,9 |
| J-82 | 63 | 1,01 | 108,6 | 45,5 |
| J-83 | 64,15 | 1,05 | 109,02 | 44,8 |
| J-84 | 59,72 | 1,71 | 107,64 | 47,8 |
| J-85 | 74,66 | 2,09 | 111,86 | 37,1 |
| J-86 | 74,13 | 2,63 | 111,13 | 36,9 |
| J-87 | 68,98 | 1,64 | 111,08 | 42 |
| J-88 | 67,96 | 1,86 | 111,08 | 43 |
| J-89 | 65,44 | 1,51 | 111,05 | 45,5 |
| J-90 | 72,13 | 1,45 | 110,65 | 38,4 |
| J-91 | 71,14 | 1,43 | 110,49 | 39,3 |
| J-92 | 78,05 | 0,54 | 110,62 | 32,5 |

Remarque

Nous constatons que les vitesses dans les conduites ne dépassent pas les 2 m/s et la pression dans le cas le plus défavorable est de 10,5 m.c.e.

Conclusion

Les changements que nous proposons vont améliorer la distribution d'eau pendant les heures où il y a une forte demande et les heures où il y a une faible consommation. Ce qui garantit une diminution des fuites dans le réseau, augmente la durée de vie du réseau et aménage les appareils qui se trouvent au niveau du réseau de distribution.

Dans le chapitre suivant nous allons voir le comportement du réseau avec ce changement au cours des années à venir jusqu'à 2040.

Chapitre VII :

Projection du réseau à l'horizon 2040

Introduction

Après avoir vue l'état actuel du réseau d'AEP de la ville de Meftah, les problèmes qui perturbent son bon fonctionnement et les remèdes proposé à ces problèmes.

Nous allons dans e chapitre faire la projection de ce réseau et voir sont comportement hydraulique au cours des années à venir jusqu'à 2040.

VII.1. Calcule des débits aux nœuds pour 2040

Nous avons vue déjà dans le chapitre III (besoins en eau et débit de consommation) les calcules de nombre d'habitant, la dotation et les différents débits de consommation pour l'horizon 2040.

Donc nous avons :

- Le débit moyen journalier $Q_{moy,j} = 18127,23 \text{ m}^3/\text{j}$;
- Le débit maximal journalier $Q_{max,j} = 23565,40 \text{ m}^3/\text{j}$;
- Le débit minimal journalier $Q_{min,j} = 14501,78 \text{ m}^3/\text{j}$;
- Le débit maximal horaire $Q_{max,h} = 1423,74 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Le débit minimal horaire $Q_{min,h} = 328,33 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Le débit de pointe a 8 heur $Q_{pnt} = 1155,28 \text{ m}^3/\text{h}$.

1.1 Cas de pointe

1.1.1 Débit en route

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

Avec : $Q_{cc} = Q_{inc} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc : $Q_{rte} = Q_{pte} = 320,91 \text{ l/s}$

1.1.2 Le débit spécifique

Après la modification du réseau et sont extension par l'addition de nouvelle maille et ramification, nous avons sa nouvelle longueur de 22382,12 m.

Donc le nouveau débit sera de :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L_i} = \frac{320,91}{22382,12} = 0,01434 \text{ (l/s/ml)}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

$\sum L_i$: Somme des longueurs du réseau de distribution.

1.1.3 Le débit route pour chaque tronçon

$$q_r = Q_{sp} \times l_i$$

l_i : la longueur du tronçon i

1.1.4 Débits aux nœuds (nodaux)

$$Q_{ni} = 0,5 \times q_r + Q_{conc} \quad L/S.$$

Q_{ni} = débit en nœud.

$\sum Q_{conc}$: Somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré :

$Q_{conc} = 0 \text{ l/s}$.

$\sum q_r$: somme des débits en route des tronçons reliés deux nœuds.

Les débits du réseau de distribution de la ville de Meftah pour l'horizon 2040 pour les 03 zones sont donnés dans les tableaux 55, 56 et 57.

➤ **Pour la zone haute :**

Tableau 55 : Calcul des débits aux nœuds à l'horizon 2040

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 1 | 1-2 | 187,28 | 0,0143378 | 2,6852 | 4,6070 |
| | 1-7 | 455,35 | | 6,5287 | |
| 2 | 2-1 | 187,28 | | 2,6852 | 5,5497 |
| | 2-3 | 190,77 | | 2,7352 | |
| | 2-4 | 156,09 | | 2,2380 | |
| | 2-102 | 240 | | 3,4411 | |
| 3 | 3-2 | 190,77 | | 2,7352 | 1,3676 |
| 4 | 4-2 | 156,09 | | 2,2380 | 2,6582 |
| | 4-RV1 | 214,7 | | 3,0783 | |
| 7 | 7-1 | 455,35 | | 6,5287 | 7,5463 |
| | 7-RV9 | 188,96 | | 2,7093 | |
| | 7-102 | 408,34 | | 5,8547 | |
| 102 | 102-7 | 408,34 | | 5,8547 | 4,6479 |
| | 102-2 | 240 | | 3,4411 | |

➤ Pour la zone moyenne :

Tableau 56 : Calcule des débits aux nœuds à l'horizon 2040

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 5 | 5-6 | 197,82 | 0,0143378 | 2,8363 | 1,4182 |
| 6 | 6-14 | 162,57 | | 2,3309 | 2,5836 |
| | 6-5 | 197,82 | | 2,8363 | |
| 8 | 8-9 | 119,83 | | 1,7181 | 2,1707 |
| | 8-11 | 182,97 | | 2,6234 | |
| 9 | 9-8 | 119,83 | | 1,7181 | 3,2821 |
| | 9-10 | 188,43 | | 2,7017 | |
| | 9-20 | 149,57 | | 2,1445 | |
| 10 | 10-9 | 188,43 | | 2,7017 | 2,2690 |
| | 10-11 | 128,07 | | 1,8362 | |
| 11 | 11-8 | 182,97 | | 2,6234 | 2,4581 |
| | 11-10 | 128,07 | | 1,8362 | |
| | 11-12 | 31,85 | | 0,4567 | |
| 12 | 12-11 | 31,85 | | 0,4567 | 3,3495 |
| | 12-13 | 139,45 | | 1,9994 | |
| | 12-18 | 295,92 | | 4,2428 | |
| 13 | 13-12 | 139,45 | | 1,9994 | 4,9032 |
| | 13-14 | 258,14 | | 3,7012 | |
| | 13-17 | 286,36 | | 4,1058 | |
| 14 | 14-13 | 258,14 | | 3,7012 | 4,3093 |
| | 14-15 | 180,4 | | 2,5865 | |
| | 14-6 | 162,57 | | 2,3309 | |
| 15 | 15-14 | 180,4 | | 2,5865 | 3,5991 |
| | 15-RV2 | 274,79 | | 3,9399 | |
| | 15-17 | 46,85 | 0,6717 | | |
| 17 | 17-13 | 286,36 | 4,1058 | 4,2991 | |
| | 17-15 | 46,85 | 0,6717 | | |
| | 17-18 | 266,48 | 3,8207 | | |
| 18 | 18-12 | 295,92 | 4,2428 | 7,3137 | |
| | 18-RV4 | 228,29 | 3,2732 | | |
| | 18-20 | 229,51 | 3,2907 | | |
| | 18-17 | 266,48 | 3,8207 | | |

Tableau 56 suite

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 20 | 20-9 | 149,57 | 0,0143378 | 2,1445 | 5,1418 |
| | 20-18 | 229,51 | | 3,2907 | |
| | 20-21 | 338,15 | | 4,8483 | |
| 21 | 21-20 | 338,15 | | 4,8483 | 3,6753 |
| | 21-RV5 | 70,31 | | 1,0081 | |
| | 21-23 | 104,21 | | 1,4941 | |
| 23 | 23-21 | 104,21 | | 1,4941 | 0,9344 |
| | 23-24 | 26,13 | | 0,3746 | |
| 24 | 24-23 | 26,13 | | 0,3746 | 2,1343 |
| | 24-25 | 271,59 | | 3,8940 | |
| 25 | 25-24 | 271,59 | | 3,8940 | 3,5730 |
| | 25-26 | 226,81 | | 3,2520 | |
| 26 | 26-25 | 226,81 | | 3,2520 | 4,1514 |
| | 26-27 | 352,27 | | 5,0508 | |
| 27 | 27-26 | 352,27 | | 5,0508 | 2,8718 |
| | 27-28 | 27,02 | | 0,3874 | |
| | 27-RV6 | 21,3 | | 0,3054 | |
| 28 | 28-27 | 27,02 | | 0,3874 | 1,9842 |
| | 28-29 | 74,1 | | 1,0624 | |
| | 28-39 | 175,66 | | 2,5186 | |
| 29 | 29-28 | 74,1 | | 1,0624 | 3,8411 |
| | 29-30 | 153,88 | | 2,2063 | |
| | 29-32 | 307,82 | | 4,4135 | |
| 30 | 30-29 | 153,88 | | 2,2063 | 3,5646 |
| | 30-31 | 171,25 | | 2,4553 | |
| | 30-39 | 172,1 | | 2,4675 | |
| 31 | 31-30 | 171,25 | | 2,4553 | 3,9777 |
| | 31-32 | 265,16 | | 3,8018 | |
| | 31-33 | 118,45 | | 1,6983 | |
| 32 | 32-29 | 307,82 | | 4,4135 | 4,1076 |
| | 32-31 | 265,16 | 3,8018 | | |
| 33 | 33-31 | 118,45 | 1,6983 | 4,6445 | |
| | 33-34 | 276,81 | 3,9688 | | |
| | 33-37 | 252,61 | 3,6219 | | |

Tableau 56 suite

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 34 | 34-33 | 276,81 | 0,0143378 | 3,9688 | 3,7561 |
| | 34-35 | 247,14 | | 3,5434 | |
| 35 | 35-34 | 247,14 | | 3,5434 | 3,1328 |
| | 35-36 | 31,39 | | 0,4501 | |
| | 35-37 | 158,47 | | 2,2721 | |
| 36 | 36-35 | 31,39 | | 0,4501 | 0,2250 |
| 37 | 37-33 | 252,61 | | 3,6219 | 5,2881 |
| | 37-35 | 158,47 | | 2,2721 | |
| | 37-38 | 326,56 | | 4,6822 | |
| 38 | 38-37 | 326,56 | | 4,6822 | 2,4528 |
| | 38-39 | 15,59 | | 0,2235 | |
| 39 | 39-28 | 175,66 | | 2,5186 | 2,6048 |
| | 39-30 | 172,1 | | 2,4675 | |
| | 39-38 | 15,59 | | 0,2235 | |

➤ Pour la zone basse :

Tableau 57 : Calcule des débits aux nœuds à l'horizon 2040

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 16 | 16-56 | 94,44 | 0,0143378 | 1,3541 | 0,6770 |
| 19 | 19-51 | 228,16 | | 3,2713 | 3,8506 |
| | 19-47 | 308,97 | | 4,4300 | |
| 22 | 22-40 | 10,75 | | 0,1541 | 0,8323 |
| | 22-46 | 105,35 | | 1,5105 | |
| 40 | 40-22 | 10,75 | | 0,1541 | 1,6686 |
| | 40-41 | 222 | | 3,1830 | |
| 41 | 41-40 | 222 | | 3,1830 | 3,7139 |
| | 41-42 | 296,06 | | 4,2448 | |
| 42 | 42-41 | 296,06 | | 4,2448 | 4,4312 |
| | 42-43 | 55,51 | | 0,7959 | |
| | 42-45 | 266,54 | | 3,8216 | |
| 43 | 43-42 | 55,51 | | 0,7959 | 2,2642 |
| | 43-44 | 260,32 | | 3,7324 | |
| 44 | 44-43 | 260,32 | | 3,7324 | 4,0083 |
| | 44-45 | 66,81 | | 0,9579 | |
| | 44-49 | 220,94 | 3,1678 | | |
| | 44-64 | 11,06 | 0,1586 | | |

Tableau 57 suite

| N° de noeud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|-------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 45 | 45-42 | 266,54 | 0,0143378 | 3,8216 | 4,6247 |
| | 45-44 | 66,81 | | 0,9579 | |
| | 45-46 | 311,75 | | 4,4698 | |
| 46 | 46-22 | 105,35 | | 1,5105 | 8,3367 |
| | 46-45 | 311,75 | | 4,4698 | |
| | 46-47 | 244,32 | | 3,5030 | |
| | 46-58 | 501,48 | | 7,1901 | |
| 47 | 47-19 | 308,97 | | 4,4300 | 5,7280 |
| | 47-46 | 244,32 | | 3,5030 | |
| | 47-48 | 245,72 | | 3,5231 | |
| 48 | 48-47 | 245,72 | | 3,5231 | 2,5727 |
| | 48-49 | 113,15 | | 1,6223 | |
| 49 | 49-44 | 220,94 | | 3,1678 | 3,0276 |
| | 49-48 | 113,15 | | 1,6223 | |
| | 49-50 | 76,91 | | 1,1027 | |
| | 49-65 | 11,33 | | 0,1624 | |
| 50 | 50-49 | 76,91 | | 1,1027 | 1,2758 |
| | 50-51 | 101,06 | | 1,4490 | |
| 51 | 51-19 | 228,16 | | 3,2713 | 3,1391 |
| | 51-50 | 101,06 | | 1,4490 | |
| | 51-52 | 108,66 | | 1,5579 | |
| 52 | 52-51 | 108,66 | 1,5579 | 2,4784 | |
| | 52-53 | 102,73 | 1,4729 | | |
| | 52-55 | 134,32 | 1,9259 | | |
| 53 | 53-52 | 102,73 | 1,4729 | 2,1185 | |
| | 53-54 | 192,78 | 2,7640 | | |
| 54 | 54-RV3 | 277,1 | 3,9730 | 3,8802 | |
| | 54-53 | 192,78 | 2,7640 | | |
| | 54-55 | 71,37 | 1,0233 | | |
| 55 | 55-52 | 134,32 | 1,9259 | 2,3284 | |
| | 55-54 | 71,37 | 1,0233 | | |
| | 55-56 | 119,1 | 1,7076 | | |
| 56 | 56-16 | 94,44 | 1,3541 | 4,2770 | |
| | 56-55 | 119,1 | 1,7076 | | |
| | 56-57 | 383,06 | 5,4922 | | |
| 57 | 57-56 | 383,06 | 5,4922 | 2,7461 | |
| 58 | 58-46 | 501,48 | 7,1901 | 5,6928 | |
| | 58-59 | 194,51 | 2,7888 | | |
| | 58-61 | 98,11 | 1,4067 | | |

Tableau 57 suite

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|-----------------|-----------|--------|--------|
| | | | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 59 | 59-58 | 194,51 | 0,0143378 | 2,7888 | 2,1347 |
| | 59-60 | 103,26 | | 1,4805 | |
| 60 | 60-59 | 103,26 | | 1,4805 | 2,9063 |
| | 60-61 | 164,43 | | 2,3576 | |
| | 60-85 | 137,71 | | 1,9745 | |
| 61 | 61-58 | 98,11 | | 1,4067 | 2,7212 |
| | 61-60 | 164,43 | | 2,3576 | |
| | 61-62 | 117,04 | | 1,6781 | |
| 62 | 62-61 | 117,04 | | 1,6781 | 1,8126 |
| | 62-63 | 135,8 | | 1,9471 | |
| 63 | 63-62 | 135,8 | | 1,9471 | 4,2179 |
| | 63-64 | 269,27 | | 3,8607 | |
| | 63-77 | 183,29 | | 2,6280 | |
| 64 | 64-44 | 11,06 | | 0,1586 | 4,9499 |
| | 64-63 | 269,27 | | 3,8607 | |
| | 64-65 | 219,08 | | 3,1411 | |
| | 64-71 | 191,06 | | 2,7394 | |
| 65 | 65-49 | 11,33 | | 0,1624 | 1,9631 |
| | 65-64 | 219,08 | | 3,1411 | |
| | 65-66 | 43,42 | | 0,6225 | |
| 66 | 66-65 | 43,42 | 0,6225 | 1,6514 | |
| | 66-67 | 186,93 | 2,6802 | | |
| 67 | 67-66 | 186,93 | 2,6802 | 4,4225 | |
| | 67-68 | 221,8 | 3,1801 | | |
| | 67-70 | 208,17 | 2,9847 | | |
| 68 | 68-67 | 221,8 | 3,1801 | 3,0509 | |
| | 68-69 | 203,78 | 2,9218 | | |
| 69 | 69-68 | 203,78 | 2,9218 | 4,8002 | |
| | 69-70 | 210,3 | 3,0152 | | |
| | 69-73 | 255,5 | 3,6633 | | |
| 70 | 70-67 | 208,17 | 2,9847 | 3,2378 | |
| | 70-69 | 210,3 | 3,0152 | | |
| | 70-71 | 33,17 | 0,4756 | | |
| 71 | 71-64 | 191,06 | 2,7394 | 3,1043 | |
| | 71-70 | 33,17 | 0,4756 | | |
| | 71-72 | 208,8 | 2,9937 | | |

Tableau 57 suite

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 72 | 72-71 | 208,8 | 0,0143378 | 2,9937 | 3,3141 |
| | 72-73 | 195,16 | | 2,7982 | |
| | 72-77 | 58,33 | | 0,8363 | |
| 73 | 73-69 | 210,3 | | 3,0152 | 3,7143 |
| | 73-72 | 195,16 | | 2,7982 | |
| | 73-74 | 112,65 | | 1,6152 | |
| 74 | 74-73 | 12,65 | | 0,1814 | 0,9553 |
| | 74-75 | 120,6 | | 1,7291 | |
| 75 | 75-74 | 120,6 | | 1,7291 | 3,7930 |
| | 75-76 | 217,77 | | 3,1223 | |
| | 75-80 | 121,32 | | 1,7395 | |
| | 75-83 | 69,4 | | 0,9950 | |
| 76 | 76-75 | 217,77 | | 3,1223 | 3,6451 |
| | 76-77 | 121,58 | | 1,7432 | |
| | 76-78 | 169,11 | | 2,4247 | |
| 77 | 77-63 | 183,29 | | 2,6280 | 2,6037 |
| | 77-72 | 58,33 | | 0,8363 | |
| | 77-76 | 121,58 | | 1,7432 | |
| 78 | 78-76 | 169,11 | | 2,4247 | 2,6491 |
| | 78-79 | 17,76 | | 0,2546 | |
| | 78-85 | 182,65 | | 2,6188 | |
| 79 | 79-78 | 17,76 | 0,2546 | 3,2361 | |
| | 79-80 | 205,04 | 2,9398 | | |
| | 79-88 | 228,61 | 3,2778 | | |
| 80 | 80-75 | 121,32 | 1,7395 | 3,0124 | |
| | 80-79 | 205,04 | 2,9398 | | |
| | 80-81 | 93,84 | 1,3455 | | |
| 81 | 81-80 | 93,84 | 1,3455 | 4,2423 | |
| | 81-82 | 60,14 | 0,8623 | | |
| | 81-84 | 437,78 | 6,2768 | | |
| 82 | 82-81 | 60,14 | 0,8623 | 1,8555 | |
| | 82-83 | 198,69 | 2,8488 | | |
| 83 | 83-75 | 69,4 | 0,9950 | 1,9219 | |
| | 83-82 | 198,69 | 2,8488 | | |
| 84 | 84-81 | 437,78 | 6,2768 | 3,1384 | |
| 85 | 85-60 | 137,71 | 1,9745 | 3,8409 | |
| | 85-78 | 182,65 | 2,6188 | | |
| | 85-86 | 215,41 | 3,0885 | | |

Tableau 57 suite

| N° de nœud | Tronçon | Longueur | Qsp | Qrte | Qn |
|------------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| | | (m) | (l/s/m) | l/s | l/s |
| 86 | 86-RV7 | 224,14 | 0,0143378 | 3,2137 | 4,8290 |
| | 86-85 | 215,41 | | 3,0885 | |
| | 86-87 | 118,34 | | 1,6967 | |
| | 86-90 | 115,71 | | 1,6590 | |
| 87 | 87-86 | 118,34 | | 1,6967 | 3,0094 |
| | 87-88 | 81,31 | | 1,1658 | |
| | 87-89 | 220,14 | | 3,1563 | |
| 88 | 88-79 | 228,61 | | 3,2778 | 3,4287 |
| | 88-87 | 81,31 | | 1,1658 | |
| | 88-89 | 168,35 | | 2,4138 | |
| 89 | 89-87 | 220,14 | | 3,1563 | 2,7850 |
| | 89-88 | 168,35 | | 2,4138 | |
| 90 | 90-86 | 115,71 | | 1,6590 | 2,6708 |
| | 90-91 | 117,33 | | 1,6823 | |
| | 90-92 | 139,51 | | 2,0003 | |
| 91 | 91-90 | 117,33 | | 1,6823 | 2,6384 |
| | 91-RV8 | 250,7 | 3,5945 | | |
| 92 | 92-90 | 139,51 | 2,0003 | 1,0001 | |

1.2 Cas de pointe+incendie

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable.

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf aux nœuds N°1, N°8 et N°40 successivement dans les zones haute, moyenne et basse qui devient :

$$Q_{N^{\circ}1} = 4,61 + 17 = \mathbf{21,61 \text{ (L/S)}}$$

$$Q_{N^{\circ}8} = 2,17 + 17 = \mathbf{19,17 \text{ (L/S)}}$$

$$Q_{N^{\circ}40} = 1,67 + 17 = \mathbf{18,67 \text{ (L/S)}}$$

VII.2. Réhabilitation de réseau au cours des années

Après simulation de réseau on remarque que :

2.1 De l'état actuel au 2020

Le réseau a très bon fonctionnement hydraulique de l'état actuel jusqu'à 2020, mais à partir de cette année on aura un dis fonction dans le réseau, ou on voit que des vitesses commencent à augmenter dans certaines conduites à cause de l'augmentation de la consommation. Pour régler ce problème on propose de :

➤ Pour la zone basse :

- ✓ Changer la conduite P-58 (en A. ciment avec un diamètre de 150mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 300 mm.
- ✓ Changer la conduite P-59(en A. ciment avec un diamètre de 150mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 300 mm.

➤ Pour la zone basse :

- ✓ Changer la conduite P-14 (en A. ciment avec un diamètre de 150mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 250 mm.
- ✓ Changer la conduite P-153 (en PVC avec un diamètre de 250mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 300 mm.

2.2 De 2020 au 2030

Après les modifications réalisées sur le réseau en 2020, le réseau fonctionnera bien dans cette période.

2.3 De 2030 au 2040

Après 2030 le réseau fonctionnera bien jusqu'à 2040 ou les vitesses commencent à augmenter de nouveau pour faire face à ce problème nous proposons de :

➤ Pour la zone basse :

- ✓ Augmenter les diamètres dans ces conduites pour régler la vitesse.

Alors les conduites qui nous avons changés, sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 58 : Les conduites projetées de la zone basse.

| Conduite | La conduite existante en 2030 | | La conduite ajoutée 2040 | |
|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Diamètres en (mm) | Matériaux | Diamètres en (mm) | Matériaux |
| P-32 | 300 | FONTE | 400 | PEHD |
| P-33 | 250 | PEHD | 400 | PEHD |
| P-57 | 350 | PEHD | 400 | PEHD |
| P-63 | 150 | A.ciment | 250 | PEHD |
| P-65 | 150 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-66 | 200 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-68 | 150 | PEHD | 350 | PEHD |
| P-71 | 80 | PEHD | 100 | PEHD |

Tableau 58 suite

| Conduite | La conduite existante en 2030 | | La conduite ajoutée 2040 | |
|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Diamètres en (mm) | Matériaux | Diamètres en (mm) | Matériaux |
| P-81 | 100 | PEHD | 200 | PEHD |
| P-82 | 150 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-83 | 150 | FONTE | 250 | PEHD |
| P-86 | 80 | A.ciment | 150 | PEHD |
| P-108 | 150 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-109 | 150 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-111 | 90 | PVC | 100 | PEHD |
| P-117 | 150 | A.ciment | 250 | PEHD |

➤ **Pour la zone moyenne :**

Tableau 59 : les conduites projetées de la zone moyenne.

| Conduite | La conduite existante en 2030 | | La conduite ajoutée 2040 | |
|----------|-------------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Diamètres en (mm) | Matériaux | Diamètres en (mm) | Matériaux |
| P-11 | 200 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-15 | 125 | PEHD | 200 | PEHD |
| P-16 | 100 | PEHD | 200 | PEHD |
| P-28 | 200 | FONTE | 250 | PEHD |
| P-29 | 200 | FONTE | 250 | PEHD |
| P-31 | 200 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-34 | 200 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-35 | 160 | PEHD | 250 | PEHD |
| P-36 | 150 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-37 | 150 | A.ciment | 200 | PEHD |
| P-39 | 150 | PEHD | 175 | PEHD |
| P-40 | 110 | PEHD | 150 | PEHD |
| P-42 | 100 | PEHD | 150 | PEHD |
| P-43 | 100 | A.ciment | 125 | PEHD |
| P-47 | 100 | A.ciment | 125 | PEHD |
| P-49 | 100 | A.ciment | 125 | PEHD |

➤ **Pour la zone haute :**

Le réseau dans cette zone fonctionne bien pour tout cette période (en 2010 jusqu'à 2040).

VII.3. Simulation de réseau pour d'année 2040

3.1 Cas de pointe

Après les modifications réalisées au cours des années nous allons voir le comportement hydraulique de réseau en 2040 :

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse et perte de charge) des trois zones sont résumés dans les tableaux 60,62 et 64 ci-dessous :

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression et demande) des trois zones sont résumés dans les tableaux 61,63et 65 ci-dessous :

3.2 Cas de pointe+incendie

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse et perte de charge) des trois zones sont représentés dans les tableaux 66,68et70.

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression et demande) des trois zones sont représentés dans le tableau 67,69et71.

➤ Pour la zone haute :

Tableau 60 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-1 | 284,7 | T-1 | J-1 | 150 | PEHD | 26,44 | 1,5 | 3,5 |
| P-3 | 455,35 | J-1 | J-7 | 80 | PEHD | 8,54 | 1,7 | 9,51 |
| P-2 | 187,28 | J-1 | J-2 | 100 | PEHD | 13,29 | 1,69 | 4,64 |
| P-4 | 190,77 | J-2 | J-3 | 50 | PEHD | 1,37 | 0,7 | 1,2 |
| P-5 | 156,09 | J-2 | J-4 | 80 | PEHD | 2,68 | 0,53 | 0,59 |
| P-154 | 411,22 | J-7 | J-102 | 80 | PEHD | 0,95 | 0,19 | 0,16 |
| P-155 | 255,77 | J-102 | J-2 | 80 | PEHD | -3,7 | 0,74 | 5,03 |

Tableau 61 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 205,89 | 4,6 | 219,5 | 13,6 |
| J-2 | 196,84 | 5,55 | 214,87 | 18 |
| J-3 | 199,43 | 1,37 | 213,66 | 14,2 |
| J-4 | 183,7 | 2,66 | 214,27 | 30,5 |
| J-7 | 175,7 | 7,54 | 210 | 34,2 |
| J-102 | 168 | 4,65 | 209,83 | 41,8 |

➤ Pour la zone moyenne :

Tableau 62 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-7 | 183,36 | J-5 | J-6 | 80 | PEHD | -1,42 | 0,28 | 0,06 |
| P-8 | 162,57 | J-6 | J-14 | 80 | PEHD | -4 | 0,8 | 0,76 |
| P-11 | 119,83 | J-8 | J-9 | 250 | PEHD | 67,88 | 1,38 | 0,91 |
| P-12 | 188,43 | J-9 | J-10 | 80 | FONTE | -1,54 | 0,31 | 0,33 |
| P-13 | 126,49 | J-10 | J-11 | 100 | A.ciment | -3,81 | 0,48 | 0,4 |
| P-14 | 181,62 | J-8 | J-11 | 250 | PEHD | 34,56 | 0,7 | 0,18 |
| P-15 | 37,18 | J-11 | J-12 | 200 | PEHD | 28,3 | 0,9 | 0,17 |
| P-16 | 135,44 | J-12 | J-13 | 200 | PEHD | 17,2 | 0,55 | 0,18 |
| P-17 | 258,14 | J-13 | J-14 | 80 | PEHD | 7,64 | 1,52 | 6,79 |
| P-18 | 180,4 | J-14 | J-15 | 80 | PEHD | -0,67 | 0,13 | 0,05 |
| P-21 | 55,73 | J-15 | J-17 | 80 | PEHD | -4,32 | 0,86 | 0,66 |

Tableau 62 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|-----------------|------------|------------|------------------|----------|----------------|------------------|------------------------|
| P-23 | 271,95 | J-17 | J-13 | 80 | PEHD | -4,66 | 0,93 | 6,08 |
| P-24 | 299,57 | J-12 | J-18 | 100 | FONTE | 7,76 | 0,99 | 3,56 |
| P-26 | 229,51 | J-18 | J-20 | 80 | FONTE | -3,56 | 0,71 | 1,91 |
| P-28 | 338,15 | J-20 | J-21 | 250 | PEHD | 57,44 | 1,17 | 4,65 |
| P-29 | 149,57 | J-20 | J-9 | 250 | PEHD | -66,14 | 1,35 | 1,09 |
| P-31 | 103,86 | J-21 | J-23 | 250 | PEHD | 53,27 | 1,09 | 0,51 |
| P-34 | 23,47 | J-23 | J-24 | 250 | PEHD | 52,33 | 1,07 | 0,27 |
| P-35 | 269 | J-24 | J-25 | 250 | PEHD | 50,2 | 1,02 | 6,88 |
| P-36 | 226,81 | J-25 | J-26 | 200 | PEHD | 46,63 | 1,48 | 4,16 |
| P-37 | 339,39 | J-26 | J-27 | 200 | PEHD | 42,48 | 1,35 | 13,48 |
| P-39 | 50,04 | J-27 | J-28 | 175 | PEHD | 39,56 | 1,64 | 1,96 |
| P-40 | 74,1 | J-28 | J-29 | 150 | PEHD | 31,79 | 1,8 | 1,28 |
| P-41 | 170,36 | J-28 | J-39 | 110 | PEHD | 5,79 | 0,61 | 4,35 |
| P-42 | 153,88 | J-29 | J-30 | 150 | PEHD | 21,83 | 1,24 | 0,51 |
| P-43 | 171,25 | J-30 | J-31 | 125 | PEHD | 16,38 | 1,34 | 2,11 |
| P-44 | 265,16 | J-31 | J-32 | 100 | FONTE | -2,01 | 0,26 | 0,26 |
| P-45 | 307,82 | J-32 | J-29 | 100 | FONTE | -6,12 | 0,78 | 2,36 |
| P-46 | 170,57 | J-30 | J-39 | 80 | PEHD | 1,88 | 0,37 | 2,56 |
| P-47 | 118,45 | J-31 | J-33 | 125 | PEHD | 14,42 | 1,18 | 1,15 |
| P-48 | 252,61 | J-33 | J-37 | 80 | PEHD | 3,02 | 0,6 | 1,56 |
| P-49 | 276,81 | J-33 | J-34 | 125 | PEHD | 6,76 | 0,55 | 0,07 |
| P-50 | 247,14 | J-34 | J-35 | 80 | PEHD | 3 | 0,6 | 1,5 |
| P-51 | 23,81 | J-35 | J-36 | 50 | PEHD | 0,22 | 0,11 | 0,03 |
| P-52 | 158,47 | J-35 | J-37 | 80 | PEHD | -0,35 | 0,07 | 0,02 |
| P-54 | 326,56 | J-37 | J-38 | 80 | PEHD | -2,62 | 0,52 | 1,54 |
| P-55 | 18,12 | J-38 | J-39 | 80 | PEHD | -5,07 | 1,01 | 0,71 |
| P-153 | 280,09 | T-3 | J-8 | 300 | PEHD | 104,62 | 1,48 | 1,5 |
| P-156 | 266,48 | J-18 | J-17 | 80 | PEHD | 3,95 | 0,79 | 2,7 |

Tableau 63 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-5 | 154,06 | 1,42 | 167,36 | 13,3 |
| J-6 | 144,19 | 2,58 | 167,42 | 23,2 |
| J-8 | 162,75 | 2,17 | 175,5 | 12,7 |
| J-9 | 153,76 | 3,28 | 174,59 | 20,8 |
| J-10 | 152,17 | 2,27 | 174,92 | 22,7 |
| J-11 | 137,43 | 2,46 | 175,32 | 37,8 |
| J-12 | 134,57 | 3,35 | 175,15 | 40,5 |
| J-13 | 129,19 | 4,9 | 174,97 | 45,7 |
| J-14 | 126,8 | 4,31 | 168,18 | 41,3 |
| J-15 | 105,19 | 3,6 | 168,23 | 62,9 |
| J-17 | 103,43 | 4,3 | 168,89 | 65,3 |
| J-18 | 127,67 | 7,31 | 171,59 | 43,8 |
| J-20 | 144,23 | 5,14 | 173,5 | 29,2 |
| J-21 | 120,57 | 3,67 | 168,85 | 48,2 |
| J-23 | 129,9 | 0,93 | 168,34 | 38,4 |
| J-24 | 132,63 | 2,13 | 168,07 | 35,4 |
| J-25 | 98,86 | 3,57 | 161,19 | 56,1 |
| J-26 | 126,48 | 4,15 | 157,04 | 30,5 |
| J-27 | 90,73 | 2,87 | 143,56 | 52,7 |
| J-28 | 91,01 | 1,98 | 141,6 | 50,5 |
| J-29 | 98,01 | 3,84 | 140,32 | 42,2 |
| J-30 | 126,27 | 3,56 | 139,8 | 13,5 |
| J-31 | 118,02 | 3,98 | 137,69 | 19,6 |
| J-32 | 113,91 | 4,11 | 137,95 | 24 |
| J-33 | 121,91 | 4,64 | 136,54 | 14,6 |
| J-34 | 126,73 | 3,75 | 136,47 | 15,7 |
| J-35 | 88,86 | 3,13 | 134,95 | 46 |
| J-36 | 83,98 | 0,22 | 134,92 | 50,8 |
| J-37 | 100,29 | 5,29 | 134,97 | 34,6 |
| J-38 | 86,83 | 2,45 | 136,49 | 49,6 |
| J-39 | 87,52 | 2,6 | 137,26 | 49,6 |

➤ Pour la zone basse :

Tableau 64 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2040 (pointe)

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-20 | 68,99 | J-16 | J-56 | 80 | PEHD | -0,68 | 0,13 | 0,03 |
| P-27 | 224,23 | J-19 | J-51 | 80 | PEHD | 8,79 | 1,75 | 27,62 |
| P-32 | 13,28 | J-22 | J-40 | 400 | PEHD | -138,72 | 1,1 | 0,04 |
| P-33 | 103,6 | J-22 | J-46 | 400 | PEHD | 137,89 | 1,1 | 0,3 |
| P-57 | 85,84 | T-2 | J-40 | 400 | PEHD | 176,99 | 1,41 | 0,39 |
| P-58 | 225,89 | J-40 | J-41 | 300 | PEHD | 36,6 | 0,52 | 0,23 |
| P-59 | 296,06 | J-41 | J-42 | 300 | PEHD | 32,88 | 0,47 | 0,24 |
| P-60 | 56,2 | J-42 | J-43 | 150 | A.ciment | 15,92 | 0,9 | 0,35 |
| P-61 | 267,18 | J-42 | J-45 | 200 | FONTE | 12,53 | 0,4 | 0,26 |
| P-62 | 261,19 | J-43 | J-44 | 150 | A.ciment | 13,66 | 0,77 | 1,23 |
| P-63 | 72,19 | J-44 | J-45 | 250 | PEHD | -25,1 | 0,51 | 1,32 |
| P-64 | 216,61 | J-44 | J-49 | 80 | PEHD | 8,61 | 1,71 | 29,17 |
| P-65 | 35,96 | J-44 | J-64 | 250 | PEHD | 26,15 | 0,53 | 0,15 |
| P-66 | 269,38 | J-45 | J-46 | 250 | PEHD | -17,19 | 0,35 | 0,4 |
| P-67 | 244,32 | J-46 | J-47 | 250 | FONTE | 32,41 | 0,66 | 0,77 |
| P-68 | 501,48 | J-46 | J-58 | 350 | PEHD | 79,96 | 0,83 | 2,47 |
| P-69 | 245,72 | J-47 | J-48 | 100 | PEHD | 14,05 | 1,79 | 27,64 |
| P-70 | 100,42 | J-48 | J-49 | 100 | PEHD | 11,47 | 1,46 | 2,47 |
| P-71 | 37,21 | J-49 | J-65 | 100 | PEHD | 2,88 | 0,37 | 0,07 |
| P-72 | 79,82 | J-49 | J-50 | 150 | A.ciment | 14,17 | 0,8 | 0,18 |
| P-73 | 101,06 | J-50 | J-51 | 150 | FONTE | 12,89 | 0,73 | 0,43 |
| P-74 | 108,66 | J-51 | J-52 | 150 | FONTE | 18,55 | 1,05 | 0,9 |
| P-75 | 102,73 | J-52 | J-53 | 100 | A.ciment | 5,96 | 0,76 | 0,75 |
| P-76 | 192,78 | J-53 | J-54 | 80 | PEHD | 3,85 | 0,77 | 1,86 |
| P-77 | 71,37 | J-54 | J-55 | 80 | PEHD | -0,08 | 0,02 | 0,0005 |
| P-78 | 134,32 | J-52 | J-55 | 100 | A.ciment | 10,1 | 1,29 | 2,61 |
| P-79 | 119,1 | J-55 | J-56 | 80 | PEHD | 7,7 | 1,53 | 4,14 |
| P-80 | 383,06 | J-56 | J-57 | 80 | PEHD | 2,74 | 0,55 | 1,97 |
| P-81 | 98,11 | J-58 | J-61 | 200 | PEHD | 20,38 | 0,65 | 0,24 |
| P-82 | 193,97 | J-58 | J-59 | 250 | PEHD | 53,89 | 1,1 | 0,96 |
| P-83 | 100,13 | J-59 | J-60 | 250 | PEHD | 51,76 | 1,05 | 0,46 |
| P-84 | 164,43 | J-60 | J-61 | 100 | PEHD | -5,92 | 0,75 | 1,19 |
| P-85 | 112,13 | J-61 | J-62 | 150 | A.ciment | 11,74 | 0,66 | 0,4 |
| P-86 | 138,31 | J-62 | J-63 | 150 | PEHD | 9,93 | 0,56 | 0,36 |
| P-87 | 280,77 | J-63 | J-64 | 80 | PEHD | -3,34 | 0,67 | 1,6 |
| P-88 | 182,62 | J-63 | J-77 | 80 | PEHD | 9,06 | 1,8 | 21,11 |

Tableau 64 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|-----------------|------------|------------|------------------|----------|----------------|------------------|------------------------|
| P-89 | 203,38 | J-64 | J-71 | 80 | PEHD | 9,18 | 1,83 | 41,04 |
| P-90 | 212,57 | J-64 | J-65 | 80 | PEHD | 8,68 | 1,73 | 29,08 |
| P-91 | 60,92 | J-65 | J-66 | 80 | PEHD | 9,6 | 1,91 | 7,85 |
| P-92 | 175,7 | J-66 | J-67 | 80 | PEHD | 7,95 | 1,58 | 6,49 |
| P-93 | 221,8 | J-67 | J-68 | 80 | PEHD | 3,47 | 0,69 | 1,77 |
| P-94 | 156,69 | J-67 | J-70 | 80 | PEHD | 0,06 | 0,01 | 0,0007 |
| P-95 | 210,01 | J-68 | J-69 | 80 | PEHD | 0,42 | 0,08 | 0,03 |
| P-96 | 228,98 | J-69 | J-70 | 80 | PEHD | -3,45 | 0,69 | 1,8 |
| P-97 | 249,26 | J-69 | J-73 | 80 | PEHD | -0,93 | 0,18 | 0,17 |
| P-98 | 84,65 | J-70 | J-71 | 80 | PEHD | -6,62 | 1,32 | 2,39 |
| P-99 | 201,02 | J-71 | J-72 | 80 | PEHD | -0,55 | 0,11 | 0,05 |
| P-100 | 199,94 | J-72 | J-73 | 80 | PEHD | 5,76 | 1,15 | 4,07 |
| P-101 | 112,65 | J-73 | J-74 | 80 | PEHD | 1,12 | 0,22 | 0,11 |
| P-102 | 59,2 | J-72 | J-77 | 80 | PEHD | -9,62 | 1,91 | 18,27 |
| P-103 | 120,6 | J-74 | J-75 | 80 | PEHD | 0,16 | 0,03 | 0,003 |
| P-104 | 217,77 | J-75 | J-76 | 80 | PEHD | -8,68 | 1,73 | 23,27 |
| P-105 | 121,32 | J-75 | J-80 | 80 | PEHD | 0,19 | 0,04 | 0,005 |
| P-106 | 121,58 | J-76 | J-77 | 80 | PEHD | 3,17 | 0,63 | 0,82 |
| P-107 | 167,23 | J-76 | J-78 | 100 | PEHD | -15,49 | 1,97 | 17,61 |
| P-108 | 20,86 | J-78 | J-79 | 200 | PEHD | 15,52 | 0,49 | 0,08 |
| P-109 | 179,16 | J-78 | J-85 | 200 | PEHD | -33,66 | 1,07 | 1,1 |
| P-110 | 205,04 | J-79 | J-80 | 80 | PEHD | 9,11 | 1,81 | 40,81 |
| P-111 | 228,61 | J-79 | J-88 | 100 | PEHD | 3,17 | 0,4 | 0,52 |
| P-112 | 93,84 | J-80 | J-81 | 80 | PEHD | 6,29 | 1,25 | 2,25 |
| P-113 | 60,14 | J-81 | J-82 | 80 | PEHD | -1,09 | 0,22 | 0,06 |
| P-114 | 198,69 | J-82 | J-83 | 80 | PEHD | -2,94 | 0,59 | 1,16 |
| P-115 | 69,4 | J-83 | J-75 | 80 | PEHD | -4,86 | 0,97 | 1,03 |
| P-116 | 437,78 | J-81 | J-84 | 80 | PEHD | 3,14 | 0,62 | 2,89 |
| P-117 | 137,71 | J-60 | J-85 | 250 | PEHD | 54,77 | 1,12 | 1,15 |
| P-118 | 215,41 | J-85 | J-86 | 150 | FONTE | 17,28 | 0,98 | 1,57 |
| P-119 | 118,34 | J-86 | J-87 | 150 | FONTE | 6,05 | 0,34 | 0,12 |
| P-120 | 220,14 | J-87 | J-89 | 100 | FONTE | 1,32 | 0,17 | 0,1 |
| P-121 | 168,35 | J-89 | J-88 | 100 | FONTE | -1,46 | 0,19 | 0,09 |
| P-122 | 115,71 | J-86 | J-90 | 100 | A.ciment | 6,36 | 0,81 | 0,95 |
| P-123 | 117,33 | J-90 | J-91 | 100 | A.ciment | 2,69 | 0,34 | 0,2 |
| P-124 | 139,51 | J-90 | J-92 | 80 | PEHD | 1 | 0,2 | 0,11 |
| P-125 | 81,31 | J-88 | J-87 | 150 | FONTE | -1,71 | 0,1 | 0,01 |
| P-157 | 308,97 | J-19 | J-47 | 150 | PEHD | -12,64 | 0,72 | 3,1 |

Tableau 65 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2040 (pointe)

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-16 | 74,12 | 0,68 | 89,6 | 15,5 |
| J-19 | 93,79 | 3,85 | 124,91 | 31,1 |
| J-22 | 114,98 | 0,83 | 129,07 | 14,1 |
| J-40 | 115,67 | 1,67 | 129,11 | 13,4 |
| J-41 | 99 | 3,71 | 128,88 | 29,8 |
| J-42 | 77,9 | 4,43 | 128,64 | 50,6 |
| J-43 | 75,48 | 2,26 | 128,29 | 52,7 |
| J-44 | 73,77 | 4,01 | 127,06 | 53,2 |
| J-45 | 76,5 | 4,62 | 128,38 | 51,8 |
| J-46 | 106,65 | 8,33 | 128,77 | 22,1 |
| J-47 | 102,89 | 5,73 | 128 | 25,1 |
| J-48 | 81,45 | 2,57 | 100,36 | 18,9 |
| J-49 | 71,35 | 3,03 | 97,89 | 26,5 |
| J-50 | 70,97 | 1,28 | 97,71 | 26,7 |
| J-51 | 71,18 | 3,14 | 97,28 | 26,1 |
| J-52 | 70,54 | 2,48 | 96,38 | 25,8 |
| J-53 | 79,26 | 2,12 | 95,63 | 16,3 |
| J-54 | 74,16 | 3,88 | 93,77 | 19,6 |
| J-55 | 70,94 | 2,33 | 93,77 | 22,8 |
| J-56 | 70,4 | 4,27 | 89,63 | 19,2 |
| J-57 | 67,31 | 2,74 | 87,65 | 20,3 |
| J-58 | 83,84 | 5,69 | 126,3 | 42,4 |
| J-59 | 88,9 | 2,13 | 125,34 | 36,4 |
| J-60 | 82,35 | 2,9 | 124,88 | 42,4 |
| J-61 | 80,66 | 2,72 | 126,06 | 45,3 |
| J-62 | 80,82 | 1,81 | 125,66 | 44,8 |
| J-63 | 75,37 | 4,22 | 125,3 | 49,8 |
| J-64 | 72,77 | 4,95 | 126,9 | 54 |
| J-65 | 71,33 | 1,96 | 97,82 | 26,4 |
| J-66 | 70,98 | 1,65 | 89,97 | 19 |
| J-67 | 64,47 | 4,42 | 83,48 | 19 |
| J-68 | 60,71 | 3,05 | 81,72 | 21 |
| J-69 | 63,77 | 4,8 | 81,68 | 17,9 |
| J-70 | 67,63 | 3,24 | 83,48 | 15,8 |
| J-71 | 67,92 | 3,1 | 85,87 | 17,9 |
| J-72 | 69 | 3,31 | 85,92 | 16,9 |
| J-73 | 65,44 | 3,71 | 81,85 | 16,4 |
| J-74 | 65,28 | 0,95 | 81,74 | 16,4 |

Tableau 65 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-75 | 65,95 | 3,79 | 81,74 | 15,8 |
| J-76 | 70,74 | 3,64 | 105,01 | 34,2 |
| J-77 | 70,15 | 2,6 | 104,2 | 34 |
| J-78 | 70,7 | 2,65 | 122,63 | 51,8 |
| J-79 | 70,62 | 3,23 | 122,55 | 51,8 |
| J-80 | 65,29 | 3,01 | 81,74 | 16,4 |
| J-81 | 64,56 | 4,24 | 79,49 | 14,9 |
| J-82 | 63 | 1,85 | 79,55 | 16,5 |
| J-83 | 64,15 | 1,92 | 80,71 | 16,5 |
| J-84 | 59,72 | 3,14 | 76,6 | 16,8 |
| J-85 | 74,66 | 3,84 | 123,73 | 49 |
| J-86 | 74,13 | 4,83 | 122,16 | 47,9 |
| J-87 | 68,98 | 3,01 | 122,04 | 53 |
| J-88 | 67,96 | 3,43 | 122,03 | 54 |
| J-89 | 65,44 | 2,78 | 121,94 | 56,4 |
| J-90 | 72,13 | 2,67 | 121,21 | 49 |
| J-91 | 71,14 | 2,64 | 121,01 | 49,8 |
| J-92 | 78,05 | 1 | 121,1 | 43 |

Remarque

Après la modification sur le réseau à l'état actuel que nous avons proposé nous remarquons que :

- Les vitesses dans les conduites sont optimal (la majorité des vitesses se trouvent dans la plage de 0,5 m/s et 1,5 m/s)
- La pression dans le réseau a diminuée dans les zones haute et basse et a s'augmenté dans la zone moyenne et elle a pris une plage entre (12 et 60) dans le cas de pointe et même cas pour la consommation minimal comme la figure le montre.
- Une faible variation de la pression dans tous les heurs de consommation journalière, par exemple si on prend les nœuds (J-2, J-18 et J- 42) successivement dans les zones haute, moyenne et basse, nous avons une variation de la pression entre l'heure de pointe 08 h et l'heure de consommation minimal 03 h très faible de l'ordre de 6 m.c.e.

Alors pour le nœud J-2 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 5,8 m.c.e

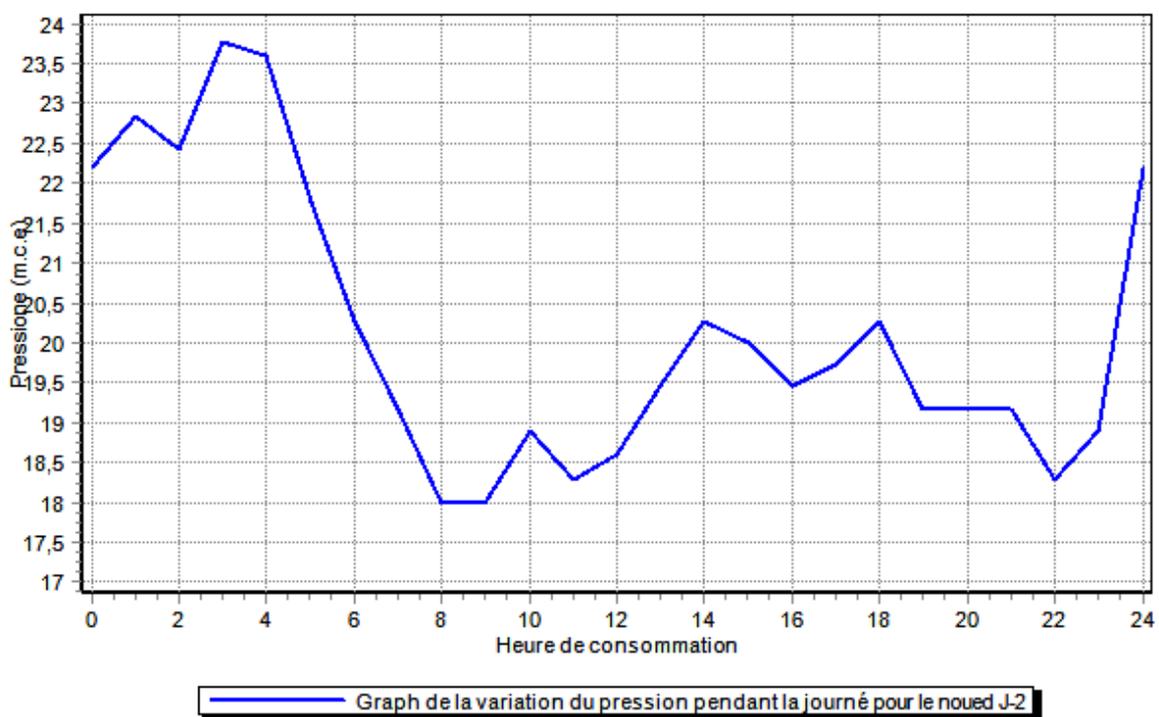


Figure 22 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2

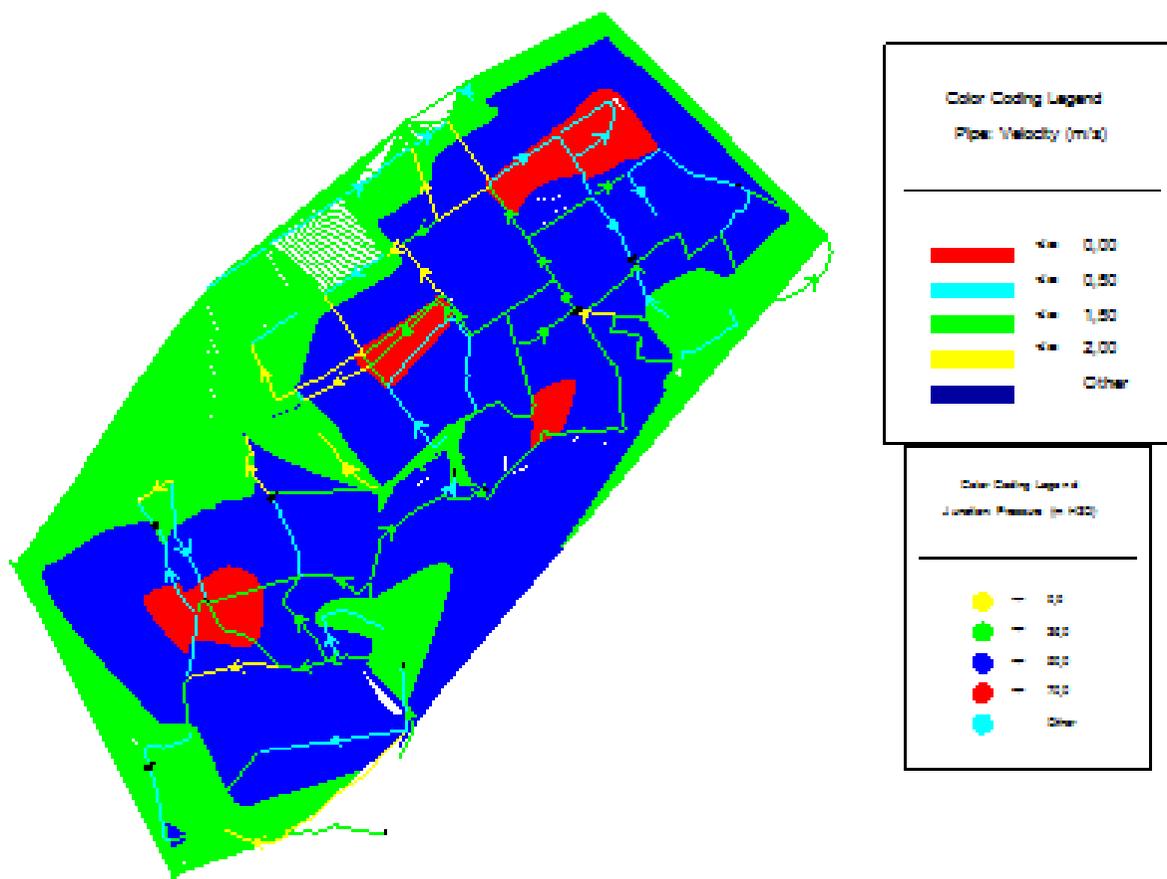


Figure 23 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau en 2040 à l'heure de consommation maximale 08 h

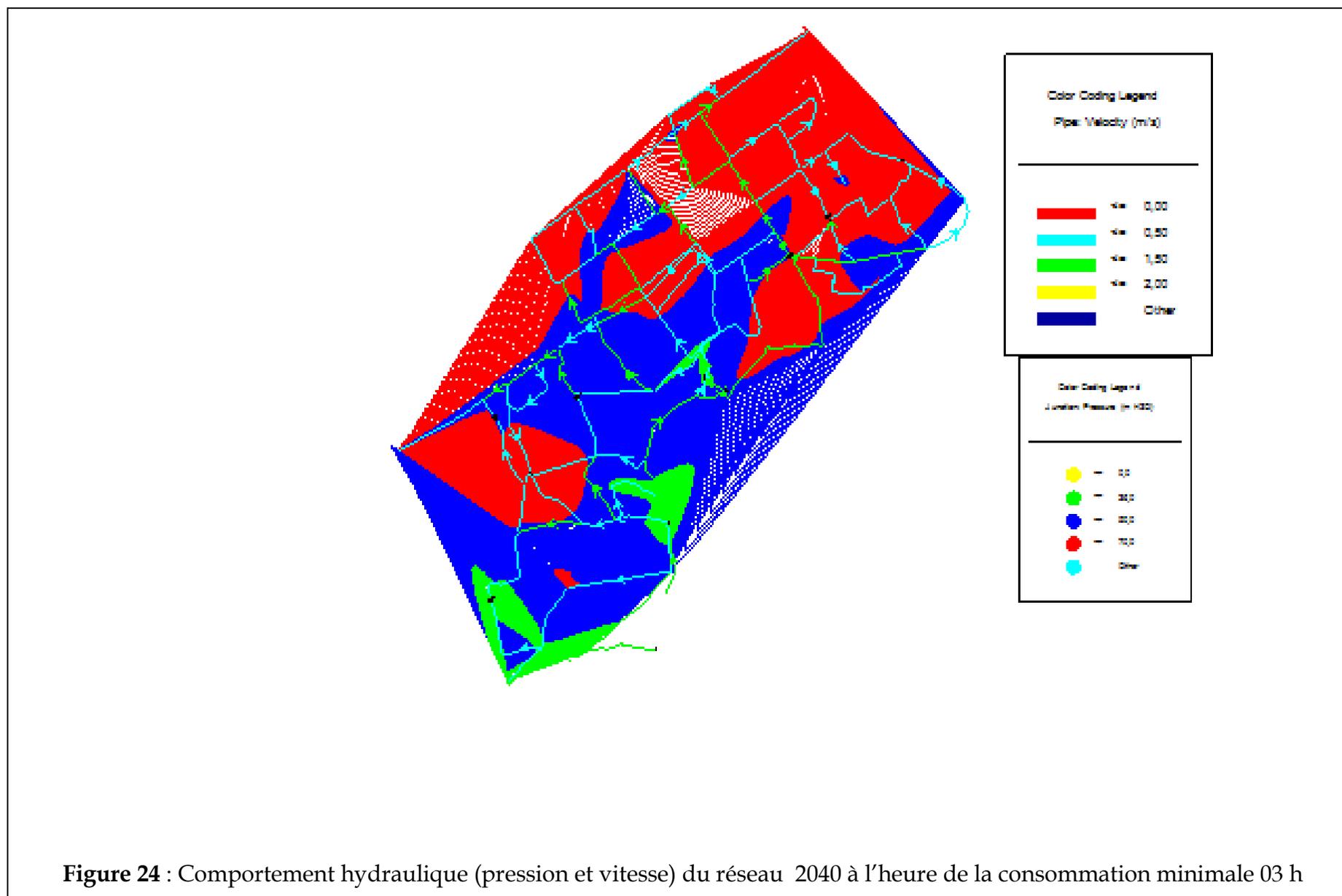


Figure 24 : Comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau 2040 à l'heure de la consommation minimale 03 h

Pour le nœud J-18 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 3,9 m.c.e.



Figure 25 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-18

Pour le nœud J-42 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 0,6 m.c.e.

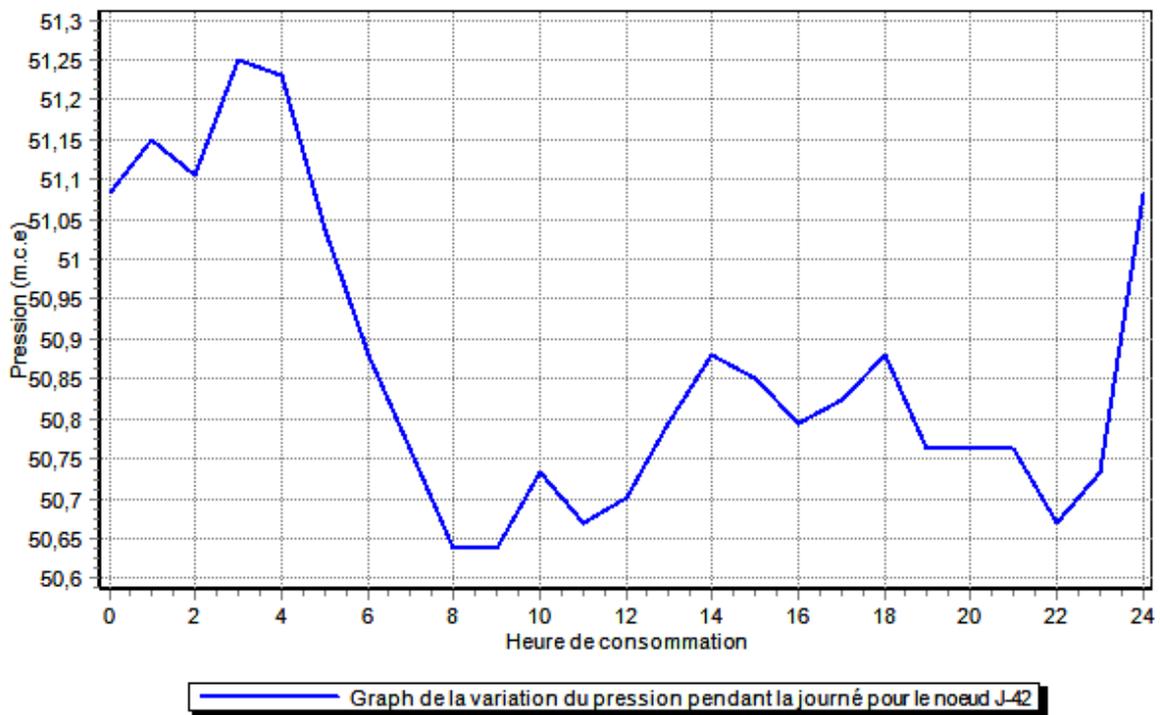


Figure 26 : Graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-42

Remarque

Nous rappelons que pour le cas de pointe+incendie il faut au minimum garder une pression de 6 m.c.e et voir même une vitesse dans les conduites alimentant le point le plus défavorable qui peut attendre une vitesse de 2 m/s.

➤ **Pour la zone haute :**

Tableau 66: Résultats de la simulation des conduites en 2040 (pointe+incendie)

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-3 | 80 | 8,54 | 1,7 | 9,51 |
| P-2 | 100 | 13,29 | 1,69 | 4,64 |
| P-4 | 50 | 1,37 | 0,7 | 1,2 |
| P-5 | 80 | 2,68 | 0,53 | 0,59 |
| P-154 | 80 | 0,95 | 0,19 | 0,16 |
| P-155 | 80 | -3,7 | 0,74 | 5,03 |

Tableau 67: Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 205,89 | 21,6 | 214,23 | 8,3 |
| J-2 | 196,84 | 5,55 | 209,59 | 12,7 |
| J-3 | 199,43 | 1,37 | 208,39 | 8,9 |
| J-4 | 183,7 | 2,66 | 209 | 25,3 |
| J-7 | 175,7 | 7,54 | 204,72 | 29 |
| J-102 | 168 | 4,65 | 204,56 | 36,5 |

➤ **Pour la zone moyenne :**

Tableau 68: Résultats de la simulation des conduites en 2040(pointe+incendie)

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-7 | 80 | -1,42 | 0,28 | 0,06 |
| P-8 | 80 | -4 | 0,8 | 0,76 |
| P-11 | 250 | 67,88 | 1,38 | 0,91 |
| P-12 | 80 | -1,54 | 0,31 | 0,33 |
| P-13 | 100 | -3,81 | 0,48 | 0,4 |
| P-14 | 250 | 34,56 | 0,7 | 0,18 |
| P-15 | 200 | 28,3 | 0,9 | 0,17 |
| P-16 | 200 | 17,2 | 0,55 | 0,18 |
| P-17 | 80 | 7,64 | 1,52 | 6,79 |
| P-18 | 80 | -0,67 | 0,13 | 0,05 |
| P-21 | 80 | -4,32 | 0,86 | 0,66 |

Tableau 68 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-23 | 80 | -4,66 | 0,93 | 6,08 |
| P-24 | 100 | 7,76 | 0,99 | 3,56 |
| P-26 | 80 | -3,56 | 0,71 | 1,91 |
| P-28 | 250 | 57,44 | 1,17 | 4,65 |
| P-29 | 250 | -66,14 | 1,35 | 1,09 |
| P-31 | 250 | 53,27 | 1,09 | 0,51 |
| P-34 | 250 | 52,33 | 1,07 | 0,27 |
| P-35 | 250 | 50,2 | 1,02 | 6,88 |
| P-36 | 200 | 46,63 | 1,48 | 4,16 |
| P-37 | 200 | 42,48 | 1,35 | 13,48 |
| P-39 | 175 | 39,56 | 1,64 | 1,96 |
| P-40 | 150 | 31,8 | 1,8 | 1,28 |
| P-41 | 110 | 5,78 | 0,61 | 4,34 |
| P-42 | 150 | 21,84 | 1,24 | 0,51 |
| P-43 | 125 | 16,4 | 1,34 | 2,11 |
| P-44 | 100 | -2,02 | 0,26 | 0,26 |
| P-45 | 100 | -6,12 | 0,78 | 2,36 |
| P-46 | 80 | 1,87 | 0,37 | 2,54 |
| P-47 | 125 | 14,44 | 1,18 | 1,15 |
| P-48 | 80 | 3,03 | 0,6 | 1,57 |
| P-49 | 125 | 6,77 | 0,55 | 0,07 |
| P-50 | 80 | 3,01 | 0,6 | 1,51 |
| P-51 | 50 | 0,22 | 0,11 | 0,03 |
| P-52 | 80 | -0,34 | 0,07 | 0,02 |
| P-54 | 80 | -2,6 | 0,52 | 1,52 |
| P-55 | 80 | -5,05 | 1 | 0,77 |
| P-153 | 300 | 121,62 | 1,72 | 1,98 |
| P-156 | 80 | 3,95 | 0,79 | 2,7 |

Tableau 69: Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-5 | 154,06 | 1,42 | 166,88 | 12,8 |
| J-6 | 144,19 | 2,58 | 166,94 | 22,7 |
| J-8 | 162,75 | 19,17 | 175,02 | 12,2 |
| J-9 | 153,76 | 3,28 | 174,1 | 20,3 |
| J-10 | 152,17 | 2,27 | 174,43 | 22,2 |
| J-11 | 137,43 | 2,46 | 174,84 | 37,3 |
| J-12 | 134,57 | 3,35 | 174,67 | 40 |
| J-13 | 129,19 | 4,9 | 174,49 | 45,2 |
| J-14 | 126,8 | 4,31 | 167,69 | 40,8 |
| J-15 | 105,19 | 3,6 | 167,75 | 62,4 |
| J-17 | 103,43 | 4,3 | 168,41 | 64,8 |
| J-18 | 127,67 | 7,31 | 171,11 | 43,3 |
| J-20 | 144,23 | 5,14 | 173,02 | 28,7 |
| J-21 | 120,57 | 3,67 | 168,37 | 47,7 |
| J-23 | 129,9 | 0,93 | 167,86 | 37,9 |
| J-24 | 132,63 | 2,13 | 167,59 | 34,9 |
| J-25 | 105 | 3,57 | 160,71 | 55,6 |
| J-26 | 126,48 | 4,15 | 156,55 | 30 |
| J-27 | 90,73 | 2,87 | 143,07 | 52,2 |
| J-28 | 91,01 | 1,98 | 141,11 | 50 |
| J-29 | 98,01 | 3,84 | 139,83 | 41,7 |
| J-30 | 126,27 | 3,56 | 139,32 | 13 |
| J-31 | 118,02 | 3,98 | 137,21 | 19,1 |
| J-32 | 113,91 | 4,11 | 137,47 | 23,5 |
| J-33 | 121,91 | 4,64 | 136,05 | 14,1 |
| J-34 | 120,73 | 3,75 | 135,98 | 15,2 |
| J-35 | 88,86 | 3,13 | 134,47 | 45,5 |
| J-36 | 83,98 | 0,22 | 134,44 | 50,4 |
| J-37 | 100,29 | 5,29 | 134,49 | 34,1 |
| J-38 | 86,83 | 2,45 | 136,01 | 49,1 |
| J-39 | 87,52 | 2,6 | 136,78 | 49,2 |

➤ Pour la zone basse :

Tableau 70: Résultats de la simulation des conduites en 2040(pointe+incendie)

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-20 | 80 | -0,68 | 0,13 | 0,03 |
| P-27 | 80 | 9,03 | 1,8 | 29,06 |
| P-32 | 400 | -138,78 | 1,1 | 0,04 |
| P-33 | 400 | 137,95 | 1,1 | 0,3 |
| P-57 | 400 | 193,99 | 1,54 | 0,46 |
| P-58 | 300 | 36,54 | 0,52 | 0,22 |
| P-59 | 300 | 32,83 | 0,46 | 0,24 |
| P-60 | 150 | 15,88 | 0,9 | 0,35 |
| P-61 | 200 | 12,51 | 0,4 | 0,26 |
| P-62 | 150 | 13,62 | 0,77 | 1,22 |
| P-63 | 250 | -25,03 | 0,51 | 1,31 |
| P-64 | 80 | 8,55 | 1,7 | 28,85 |
| P-65 | 250 | 26,09 | 0,53 | 0,15 |
| P-66 | 250 | -17,14 | 0,35 | 0,39 |
| P-67 | 250 | 32,57 | 0,66 | 0,78 |
| P-68 | 350 | 79,91 | 0,83 | 2,47 |
| P-69 | 100 | 13,96 | 1,78 | 27,34 |
| P-70 | 100 | 11,39 | 1,45 | 2,44 |
| P-71 | 100 | 2,99 | 0,38 | 0,08 |
| P-72 | 150 | 13,93 | 0,79 | 0,18 |
| P-73 | 150 | 12,65 | 0,72 | 0,41 |
| P-74 | 150 | 18,55 | 1,05 | 0,9 |
| P-75 | 100 | 5,96 | 0,76 | 0,75 |
| P-76 | 80 | 3,85 | 0,77 | 1,86 |
| P-77 | 80 | -0,08 | 0,02 | 0,0005 |
| P-78 | 100 | 10,1 | 1,29 | 2,61 |
| P-79 | 80 | 7,7 | 1,53 | 4,14 |
| P-80 | 80 | 2,74 | 0,55 | 1,97 |
| P-81 | 200 | 20,36 | 0,65 | 0,24 |
| P-82 | 250 | 53,86 | 1,1 | 0,96 |
| P-83 | 250 | 51,72 | 1,05 | 0,46 |
| P-84 | 100 | -5,92 | 0,75 | 1,19 |
| P-85 | 150 | 11,72 | 0,66 | 0,4 |
| P-86 | 150 | 9,91 | 0,56 | 0,36 |
| P-87 | 80 | -3,35 | 0,67 | 1,6 |
| P-88 | 80 | 9,05 | 1,8 | 21,06 |

Tableau 70 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-89 | 80 | 9,16 | 1,82 | 40,92 |
| P-90 | 80 | 8,63 | 1,72 | 28,77 |
| P-91 | 80 | 9,66 | 1,92 | 7,94 |
| P-92 | 80 | 8,01 | 1,59 | 6,58 |
| P-93 | 80 | 3,48 | 0,69 | 1,78 |
| P-94 | 80 | 0,11 | 0,02 | 0,002 |
| P-95 | 80 | 0,44 | 0,09 | 0,04 |
| P-96 | 80 | -3,46 | 0,69 | 1,81 |
| P-97 | 80 | -0,9 | 0,18 | 0,16 |
| P-98 | 80 | -6,59 | 1,31 | 2,37 |
| P-99 | 80 | -0,53 | 0,11 | 0,05 |
| P-100 | 80 | 5,76 | 1,15 | 4,07 |
| P-101 | 80 | 1,14 | 0,23 | 0,11 |
| P-102 | 80 | -9,6 | 1,91 | 18,21 |
| P-103 | 80 | 0,19 | 0,04 | 0,004 |
| P-104 | 80 | -8,67 | 1,72 | 23,21 |
| P-105 | 80 | 0,2 | 0,04 | 0,005 |
| P-106 | 80 | 3,16 | 0,63 | 0,81 |
| P-107 | 100 | -15,47 | 1,97 | 17,57 |
| P-108 | 200 | 15,51 | 0,49 | 0,08 |
| P-109 | 200 | -33,63 | 1,07 | 1,1 |
| P-110 | 80 | 9,1 | 1,81 | 40,71 |
| P-111 | 100 | 3,18 | 0,4 | 0,52 |
| P-112 | 80 | 6,29 | 1,25 | 2,25 |
| P-113 | 80 | -1,09 | 0,22 | 0,06 |
| P-114 | 80 | -2,94 | 0,59 | 1,16 |
| P-115 | 80 | -4,86 | 0,97 | 1,03 |
| P-116 | 80 | 3,14 | 0,62 | 2,89 |
| P-117 | 250 | 54,74 | 1,12 | 1,15 |
| P-118 | 150 | 17,27 | 0,98 | 1,57 |
| P-119 | 150 | 6,04 | 0,34 | 0,12 |
| P-120 | 100 | 1,32 | 0,17 | 0,1 |
| P-121 | 100 | -1,46 | 0,19 | 0,09 |
| P-122 | 100 | 6,36 | 0,81 | 0,95 |
| P-123 | 100 | 2,69 | 0,34 | 0,2 |
| P-124 | 80 | 1 | 0,2 | 0,11 |
| P-125 | 150 | -1,71 | 0,1 | 0,01 |
| P-157 | 150 | -12,88 | 0,73 | 1,31 |

Tableau 71: Résultats de la simulation des nœuds en 2040 (pointe+incendie)

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-16 | 74,12 | 0,68 | 89,88 | 15,7 |
| J-19 | 93,79 | 3,85 | 126,62 | 32,8 |
| J-22 | 114,98 | 0,83 | 129 | 14 |
| J-40 | 115,67 | 18,67 | 129,04 | 13,3 |
| J-41 | 99 | 3,71 | 128,81 | 29,8 |
| J-42 | 77,9 | 4,43 | 128,57 | 50,6 |
| J-43 | 75,48 | 2,26 | 128,22 | 52,6 |
| J-44 | 73,77 | 4,01 | 127 | 53,1 |
| J-45 | 76,5 | 4,62 | 128,31 | 51,7 |
| J-46 | 106,65 | 8,33 | 128,7 | 22 |
| J-47 | 102,89 | 5,73 | 127,92 | 25 |
| J-48 | 81,45 | 2,57 | 100,58 | 19,1 |
| J-49 | 71,35 | 3,03 | 98,15 | 26,7 |
| J-50 | 70,97 | 1,28 | 97,97 | 26,9 |
| J-51 | 71,18 | 3,14 | 97,56 | 26,3 |
| J-52 | 70,54 | 2,48 | 96,66 | 26,1 |
| J-53 | 79,26 | 2,12 | 95,91 | 16,6 |
| J-54 | 74,16 | 3,88 | 94,05 | 19,8 |
| J-55 | 70,94 | 2,33 | 94,05 | 23,1 |
| J-56 | 70,4 | 4,27 | 89,91 | 19,5 |
| J-57 | 67,31 | 2,74 | 87,93 | 20,6 |
| J-58 | 83,84 | 5,69 | 126,23 | 42,3 |
| J-59 | 88,9 | 2,13 | 125,27 | 36,3 |
| J-60 | 82,35 | 2,9 | 124,81 | 42,4 |
| J-61 | 80,66 | 2,72 | 125,99 | 45,2 |
| J-62 | 80,82 | 1,81 | 125,6 | 44,7 |
| J-63 | 75,37 | 4,22 | 125,24 | 49,8 |
| J-64 | 72,77 | 4,95 | 126,84 | 54 |
| J-65 | 71,33 | 1,96 | 98,07 | 26,7 |
| J-66 | 70,98 | 1,65 | 90,14 | 19,1 |
| J-67 | 64,47 | 4,42 | 83,55 | 19 |
| J-68 | 60,71 | 3,05 | 81,78 | 21 |
| J-69 | 63,77 | 4,8 | 81,74 | 17,9 |
| J-70 | 67,63 | 3,24 | 83,55 | 15,9 |
| J-71 | 67,92 | 3,1 | 85,92 | 18 |
| J-72 | 69 | 3,31 | 85,97 | 16,9 |
| J-73 | 65,44 | 3,71 | 81,9 | 16,4 |
| J-74 | 65,28 | 0,95 | 81,79 | 16,5 |

Tableau 71 suite

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-75 | 65,95 | 3,79 | 81,78 | 15,8 |
| J-76 | 70,74 | 3,64 | 104,99 | 34,2 |
| J-77 | 70,15 | 2,6 | 104,18 | 34 |
| J-78 | 70,7 | 2,65 | 122,56 | 51,8 |
| J-79 | 70,62 | 3,23 | 122,49 | 51,8 |
| J-80 | 65,29 | 3,01 | 81,78 | 16,5 |
| J-81 | 64,56 | 4,24 | 79,53 | 14,9 |
| J-82 | 63 | 1,85 | 79,59 | 16,6 |
| J-83 | 64,15 | 1,92 | 80,75 | 16,6 |
| J-84 | 59,72 | 3,14 | 76,64 | 16,9 |
| J-85 | 74,66 | 3,84 | 123,66 | 48,9 |
| J-86 | 74,13 | 4,83 | 122,1 | 47,9 |
| J-87 | 68,98 | 3,01 | 121,97 | 52,9 |
| J-88 | 67,96 | 3,43 | 121,96 | 53,9 |
| J-89 | 65,44 | 2,78 | 121,87 | 56,3 |
| J-90 | 72,13 | 2,67 | 121,14 | 48,9 |
| J-91 | 71,14 | 2,64 | 120,95 | 49,7 |
| J-92 | 78,05 | 1 | 121,03 | 42,9 |

Remarque

Nous constatons que les vitesses dans les conduites ne dépassent pas les 2 m/s et la pression dans le cas le plus défavorable est supérieure à 6 m.c.e.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait des petites modifications aux cours des années jusqu'à 2040, pour le bon fonctionnement du réseau.

Chapitre VIII :

La concentration du chlore dans le réseau

Introduction

Après réhabilitation du réseau dans les chapitres précédents, nous allons dans ce chapitre voir comment la concentration du chlore est répartie dans le réseau, on part d'une concentration initiale des trois réservoirs (5000 m³ et deux de 1500 m³) et vois si le réseau répond a cette concentration, on gardant une certaine quantité de chlore résiduel qui vas arriver au consommateur.

VIII.1. Moyens de désinfection

1.1. Le chlore

La stérilisation de l'eau par le chlore gazeux ou les composés chlorés est la méthode la plus couramment utilisée, en raison des limites d'emploi des autres procédés.

Le chlore et ses composés, tels que le chlorure de chaux et l'hypochlorite de calcium, sont relativement bon marché et faciles à obtenir; en outre, leur action stérilisante est durable.

1.2. Le brome

Le brome est parfois utilisé à très petite échelle pour la stérilisation de l'eau de piscine dans les circuits de réutilisation, mais il n'est pas toujours facile de se le procurer à l'état liquide dans le commerce, et on manque souvent d'installations spéciales pour le stocker et s'en servir en toute sécurité

1.3. L'ozone

L'ozone est utilisé en Europe depuis de nombreuses années comme désinfectant; outre son pouvoir stérilisant, il permet de bien débarrasser l'eau traitée des goûts et odeurs désagréables.

Il faut le préparer au fur et à mesure des besoins; on l'obtient par condensation d'une partie de l'oxygène atmosphérique ($O_2 \rightarrow O_3$), en faisant circuler de l'air sec et soigneusement filtré entre des électrodes mises sous haute tension, dans des appareils à plaques ou dans des instruments tubulaires.

Le traitement par l'ozone est une excellente méthode de stérilisation de l'eau et de suppression des goûts et des odeurs. Malheureusement, le prix de revient de l'équipement est beaucoup plus élevé que celui des installations équivalentes de stérilisation par le chlore; le coût de l'énergie électrique nécessaire à la production d'ozone est sensiblement le même que celui des doses équivalentes de chlore liquide. En outre, l'installation était d'un fonctionnement et d'un entretien délicats, notamment les appareils de dessiccation et de filtration de l'air.

1.4. Rayons ultraviolets

Les rayons ultraviolets sont utilisés dans quelques petites installations, mais il faut que l'eau à stériliser soit parfaitement claire et que les lampes soient toujours propres.

De plus, une concentration de fer en solution, si faible soit-elle, absorbe les rayons ultraviolets, même si l'eau est transparente à la lumière naturelle.

Les installations sont coûteuses.

VIII.2. Objectif de la chloration

Le traitement des eaux de boisson par le chlore a pour but principal de détruire les bactéries grâce à l'action microbicide du chlore. Il joue en outre différents rôles secondaires mais néanmoins importants: oxydation du fer, du manganèse et du sulfure d'hydrogène; destruction de certains composés engendrant des goûts et des odeurs désagréables; protection contre les algues et les boues dans les conduites d'AEP.

On utilise soit du chlore gazeux, soit des composés chlorés, mais dans tous les cas le désinfectant est le chlore.

Pour que la stérilisation par le chlore soit efficace, il faut:

- ❖ appliquer le chlore uniformément à toutes les fractions de l'eau traitée;
- ❖ ne jamais interrompre la chloration;
- ❖ déterminer la dose de chlore en fonction des besoins normaux de l'eau traitée;
- ❖ contrôler la chloration de manière à obtenir une eau de consommation qui soit à la fois saine et agréable.

VIII.3. Les paramètres influent sur la désinfection par le chlore

Les eaux naturelles représentent un milieu complexe contenant en solution de nombreuses substances, dont la plupart sont négligeables, mais dont certaines peuvent aussi avoir une incidence sur la chloration:

- Les solides en suspension peuvent protéger les bactéries contre l'action du chlore.
- Les matières organiques réagissent avec le chlore, dont l'action stérilisante se trouve de ce fait fortement réduite ou même supprimée.
- L'ammoniaque forme avec le chlore des chlora mines, ou chlore résiduel combiné qui possède des propriétés stérilisantes bien inférieures à celles du chlore résiduel libre.
- Il est plus facile de stériliser les eaux de faible alcalinité et de pH faible - c'est-à-dire inférieur à 7,2 environ - que celles dont le pH dépasse 7,6.
- Les nitrites se combinent au chlore libre et peuvent conduire à l'obtention d'une coloration trompeuse dans le test à l'orthotolidine, si celui-ci n'est pas corrigé par l'utilisation de réactif à l'arsénite.
- Le manganèse donne, dans le test à l'orthotolidine, une coloration trompeuse à laquelle on remédie par l'addition d'arsénite.
- Le fer à plus de 1 ppm peut aussi conduire à des résultats erronés du test à l'orthotolidine; on y pare en ajoutant de l'arsénite. De plus, les sels ferreux et

manganeux se combinent également avec le chlore libre, augmentant ainsi les quantités de chlore nécessaires pour obtenir la désinfection.

- **Température :** la rapidité microbicide du chlore est proportionnelle à la température de l'eau; par conséquent, toutes choses égales d'ailleurs, la stérilisation par le chlore est plus efficace dans des eaux de température élevée. En revanche, le chlore est plus stable dans l'eau froide, donc subsiste plus longtemps, ce qui compense dans une certaine mesure la lenteur relative de son action.
- **Durée de contact** Le temps pendant lequel le chlore peut réagir avec les constituants de l'eau représente l'un des facteurs les plus importants de la chloration. Il doit être au minimum de 10 à 15 min et de préférence de plusieurs heures, afin que la stérilisation soit efficace mais que la teneur de l'eau livrée aux consommateurs ne soit pas trop élevée en chlore résiduel.

Les conditions nécessaires à une bonne stérilisation de l'eau sont réalisées lorsque la dose de chlore est suffisante pour:

1. réagir avec les matières organiques, l'ammoniaque, le fer, le manganèse et les autres substances réductrices éventuellement présentes dans l'eau ;
2. libérer un excès de chlore résiduel stérilisant ;
3. une fois obtenue la teneur voulue en chlore résiduel, pour parer aux effets nuisibles d'un excès d'alcalinité, d'un déficit des températures de l'eau ou d'un temps de contact trop bref.

VIII.4. Le principe de la stérilisation par le chlore résiduel libre

Le principe de la stérilisation par le chlore résiduel libre consiste à appliquer une dose de chlore suffisante pour oxyder toutes les matières organiques, le fer, le manganèse et autres substances réductrices présentes dans l'eau à traiter, ainsi que l'ammoniaque libre présente dans l'eau brute, de manière que le chlore finalement en excès soit du chlore actif libre plutôt que du chlore combiné ou des chlora mines, qui sont moins actifs.

On atteint ce résultat en introduisant dans l'eau des doses croissantes de chlore, jusqu'à ce que le dosage à l'orthotolidine et à l'arsénite révèle que le chlore résiduel est libre et non combiné.

VIII.5. Calcule de la concentration du chlore résiduel dans le réseau

Nous allons le calcule de la concentration du chlore résiduel dans les nœuds pour les différents horizons (actuel, 2020, 2030, 2040) et ca dans le cas ou la consommation est faible pour avoir des vitesses les plus faible au cours de la journée en partent d'une concentration initial des trois réservoirs de 0,5 mg/l.

Les résultats de la simulation sont représentés dans le tableau 72 ci-dessous :

Tableau 72 : Concentration du chlore aux nœuds à l'heure de consommation minimale

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | |
|------|---|------|------|------|
| | actuel | 2020 | 2030 | 2040 |
| J-1 | 0,43 | 0,44 | 0,49 | 0,49 |
| J-2 | 0,42 | 0,44 | 0,48 | 0,48 |
| J-3 | 0,38 | 0,4 | 0,45 | 0,47 |
| J-4 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-5 | 0,35 | 0,35 | 0,42 | 0,43 |
| J-6 | 0,39 | 0,38 | 0,44 | 0,46 |
| J-7 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-8 | 0,44 | 0,44 | 0,49 | 0,49 |
| J-9 | 0,44 | 0,44 | 0,48 | 0,49 |
| J-10 | 0,4 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-11 | 0,44 | 0,43 | 0,48 | 0,48 |
| J-12 | 0,43 | 0,43 | 0,48 | 0,48 |
| J-13 | 0,42 | 0,43 | 0,47 | 0,48 |
| J-14 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,47 |
| J-15 | 0,39 | 0,39 | 0,45 | 0,46 |
| J-16 | 0,38 | 0,36 | 0,41 | 0,42 |
| J-17 | 0,4 | 0,39 | 0,45 | 0,46 |
| J-18 | 0,39 | 0,41 | 0,47 | 0,47 |
| J-19 | 0,35 | 0,4 | 0,46 | 0,47 |
| J-20 | 0,44 | 0,44 | 0,48 | 0,49 |
| J-21 | 0,42 | 0,42 | 0,48 | 0,48 |
| J-22 | 0,45 | 0,45 | 0,49 | 0,49 |
| J-23 | 0,42 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-24 | 0,42 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-25 | 0,41 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-26 | 0,4 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-27 | 0,4 | 0,4 | 0,46 | 0,45 |
| J-28 | 0,4 | 0,39 | 0,45 | 0,45 |
| J-29 | 0,39 | 0,38 | 0,44 | 0,45 |
| J-30 | 0,37 | 0,37 | 0,44 | 0,45 |
| J-31 | 0,36 | 0,36 | 0,43 | 0,44 |
| J-32 | 0,37 | 0,37 | 0,43 | 0,44 |
| J-33 | 0,35 | 0,36 | 0,42 | 0,43 |
| J-34 | 0,33 | 0,34 | 0,41 | 0,42 |
| J-35 | 0,32 | 0,32 | 0,38 | 0,41 |
| J-36 | 0,3 | 0,32 | 0,37 | 0,39 |
| J-37 | 0,35 | 0,35 | 0,42 | 0,41 |
| J-38 | 0,38 | 0,37 | 0,44 | 0,44 |
| J-39 | 0,38 | 0,37 | 0,44 | 0,44 |
| J-40 | 0,45 | 0,45 | 0,49 | 0,49 |
| J-41 | 0,44 | 0,44 | 0,49 | 0,49 |
| J-42 | 0,42 | 0,43 | 0,48 | 0,48 |
| J-43 | 0,42 | 0,43 | 0,47 | 0,47 |
| J-44 | 0,43 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |

Tableau 72 suite

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | |
|------|---|------|------|------|
| | actuel | 2020 | 2030 | 2040 |
| J-45 | 0,44 | 0,43 | 0,47 | 0,47 |
| J-46 | 0,45 | 0,44 | 0,48 | 0,49 |
| J-47 | 0,43 | 0,42 | 0,47 | 0,48 |
| J-48 | 0,42 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-49 | 0,42 | 0,41 | 0,46 | 0,46 |
| J-50 | 0,41 | 0,41 | 0,46 | 0,46 |
| J-51 | 0,4 | 0,39 | 0,45 | 0,46 |
| J-52 | 0,39 | 0,39 | 0,44 | 0,46 |
| J-53 | 0,38 | 0,38 | 0,44 | 0,45 |
| J-54 | 0,37 | 0,36 | 0,42 | 0,43 |
| J-55 | 0,38 | 0,38 | 0,44 | 0,45 |
| J-56 | 0,37 | 0,38 | 0,44 | 0,44 |
| J-57 | 0,33 | 0,35 | 0,4 | 0,41 |
| J-58 | 0,43 | 0,43 | 0,48 | 0,48 |
| J-59 | 0,43 | 0,43 | 0,47 | 0,47 |
| J-60 | 0,42 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-61 | 0,43 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-62 | 0,4 | 0,42 | 0,46 | 0,47 |
| J-63 | 0,41 | 0,4 | 0,46 | 0,46 |
| J-64 | 0,42 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-65 | 0,4 | 0,41 | 0,46 | 0,46 |
| J-66 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,45 |
| J-67 | 0,39 | 0,39 | 0,44 | 0,44 |
| J-68 | 0,37 | 0,37 | 0,43 | 0,43 |
| J-69 | 0,38 | 0,36 | 0,42 | 0,42 |
| J-70 | 0,4 | 0,4 | 0,45 | 0,44 |
| J-71 | 0,41 | 0,42 | 0,46 | 0,46 |
| J-72 | 0,39 | 0,38 | 0,44 | 0,45 |
| J-73 | 0,37 | 0,36 | 0,43 | 0,44 |
| J-74 | 0,36 | 0,35 | 0,41 | 0,42 |
| J-75 | 0,36 | 0,37 | 0,43 | 0,45 |
| J-76 | 0,38 | 0,39 | 0,45 | 0,47 |
| J-77 | 0,39 | 0,39 | 0,45 | 0,46 |
| J-78 | 0,41 | 0,41 | 0,46 | 0,47 |
| J-79 | 0,41 | 0,41 | 0,46 | 0,47 |
| J-80 | 0,38 | 0,39 | 0,45 | 0,46 |
| J-81 | 0,36 | 0,37 | 0,43 | 0,44 |
| J-82 | 0,33 | 0,34 | 0,41 | 0,43 |
| J-83 | 0,35 | 0,36 | 0,42 | 0,44 |
| J-84 | 0,32 | 0,34 | 0,4 | 0,42 |
| J-85 | 0,42 | 0,42 | 0,47 | 0,47 |
| J-86 | 0,41 | 0,4 | 0,45 | 0,47 |
| J-87 | 0,39 | 0,4 | 0,45 | 0,46 |
| J-88 | 0,37 | 0,38 | 0,43 | 0,45 |

Tableau 72 suite

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | |
|-------|---|------|------|------|
| | actuel | 2020 | 2030 | 2040 |
| J-89 | 0,34 | 0,35 | 0,4 | 0,43 |
| J-90 | 0,39 | 0,39 | 0,45 | 0,47 |
| J-91 | 0,39 | 0,38 | 0,43 | 0,45 |
| J-92 | 0,35 | 0,35 | 0,41 | 0,44 |
| J-102 | / | 0,41 | 0,46 | 0,46 |

Remarque

On remarque que

- Malgré que la concentration de chlore dans le réseau est calculée dans le cas où la consommation est minimal (donc la vitesse est faible), il reste toujours une certaine quantité de chlore dans tous le réseau.
- La concentration du chlore résiduel dans les nœuds augmente au fur des années à cause de l'augmentation des vitesses dans les conduites.

Conclusion

L'importance de garder une certaine quantité du chlore résiduel dans le réseau est très importante pour la qualité de l'eau potable, mais elle est très défavorable même elle est dangereuse si on déplace les normes de concentration sanitaire pour la santé de la population, c'est pour celle il faut prendre part a cette étape pour choisir la concentration voulus.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE :

A travers l'étude que nous avons présentée nous avons donné en premier lieu un aperçu générale sur les problèmes qui contient le système d'alimentation en eau potable de la ville de Meftah .

Dans ce cadre nous avons cité tous les anomalies existantes au niveau des forages, des adductions, des stations de pompage, des ouvrages de stockage et du réseau de distribution.

Le remède contre ces insuffisances s'impose à quelques recommandations :

- Faire une autre zone de captage pour renforcer la première zone et augmenter le débit de remplissage de réservoir de 5000 m³ ;
- Projeter deux stations de reprise pour diminuer la hauteur manométrique totale et augmenter les débits refoulés vers la station de pompage principale ;
- Raccorder tous les forages avec ses deux stations ;
- L'installation des accessoires et appareils de mesure pour le bon fonctionnement des forages ;

Et à partir de la situation topographique de la ville de Meftah et des quelque variantes étudié, on va choisit le réseau étagé qui constitué :

- D'un étage haut desservi par le réservoir de 5000 m³ existant ;
- D'un étage moyen desservi par le réservoir de 1500 m³ projeté ;
- D'un étage bas desservi par le réservoir de 1500m³ existant ;
- Séparés les zones par des robinets vannes de sectionnement ;
- Changer les tronçons qui représentent des défiances de point de vue hydraulique et physique ;

En dernier on a cité les notions de gestion, d'exploitation et les opérations d'entretien à effectuer sur les déférents ouvrages.

Je souhaite que ce modeste travail puisse servir de référence pour les projets de diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable.

Annexations :

ANRH : Agence national des ressources en eau.

PDAU : Plans directeurs de l'aménagement et de l'urbanisme.

APC : Assemblée populaire communale.

hab : habitant.

F1 : forage 1.

F2 : forage 2.

F3: forage 3.

F4: forage 4.

DN : Diamètre normalisé.

A. ciment : Amiante ciment.

PVC : Polychlorure de vinyle non plastifié.

AEP : Alimentation en eau potable.

RV : Robinet vanne.

DHW : Direction de l'hydraulique de la wilaya.

PEHD : Polyéthylène a haut densité.

Pressure : Pression.

m.c.e : mètre colonne d'eau.

Legend : Légende.

Color coding ligend : Couleur de la légende.

Pipe : Conduite.

Velocity : Vitesse.

Other : Autre.

1 pouce=24,5mm.

Bibliographie

[1] CARLIER M :

Hydraulique générale et appliqué

Editions Eyrolles Paris 1972

[2] BOUKAKA MOULOUD :

Mémoire de fin d'études d'AEP ; DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE LARBAA (W BLIDA). ENSH 2003.

[3] LABNI SAMIR :

Mémoire de fin d'études d'AEP ; DIAGNOSTIC DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE D'AHMAR EL AIN. ENSH 2010.

[4] ISSA MAHAMAT NOUR:

Mémoire de fin d'études d'AEP; DIAGNOSTIC DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE 20 AOUT (BOUDOUAOU). ENSH 2008.

[5] RECHERCHE SUR INTERNET :

www.google.fr

www.mémoire-online.com

www.ingdz.com

www.wikipédia.fr

