

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville De Hamra el Ain (w. Tipaza).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0012-10

APA Citation (توثيق APA):

Labeni, Samir (2010). Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville De Hamra el Ain (w. Tipaza)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT SPECIALITES

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 et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau
potable de la ville d'Ahmer El Ain
(W. Tipaza)**

Présenté par :
M^r LABENI SAMIR

Promoteur :
M^r AYADI. A

Devant le JURY composé de :

Présidente: M^{me} F. AMMOUR
Examineurs: M^r M. FODIL CHERIF
M^r A. AYAD
M^{me} N. ZANDAGUI
M^{me} N. TERGUI
M^{me} W. MAHMOUDI

Soutenu Publiquement à l'E.N.S.H
Le, 01 / 07 / 2010

ملخص:

العمل الذي نقوم به يهدف إلى دراسة كيفية إعادة ترميم نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة احمر العين، 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 (2030).
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.

Résume :

Notre travail consiste à faire une étude de réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la ville d'Ahmer El Ain, 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 (2030).

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 Ahmer El Ain, 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 (2030).

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

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

LABENI SAMIR

Dédicace

Je tien tout d'abord à dédier ce modeste travail à mes très chers parent M_r, MESSOUD et M_{eme} SOUAD pour leurs sacrifices et leurs soutiens moral et matériels dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tous le long de ma vie et mes études.

Je le dédie également à

Mon petit frère ZIZOU et mes deux sœurs: SAMMORA et SABRONA qui sont toujours là pour me soutenir.

A tous ma grand famille mes tontes, mes oncles et spécialement mon grand père M_r, MAHMOUD et mes grandes mère M_{eme} OURIDA et M_{eme} ELAKRI.

A tous mes amis d'hier et d'aujourd'hui avec qui j'ai passé les plus beaux moments de ma vie, et spécialement Imad et le groupe de kiosque de boufone, Walid, Farid, Djamil et le groupe de poteaux, Hachemi, Hosseme, Hocine, Oumar (rayace), Youcef, Jugurta, Zino, Khaled, El Otri, Zinhoo et tous les camarades de l'ENSH.



Samir
juin 2010

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : présentation de la ville d’Ahmer El Ain

| | |
|--|---|
| Introduction..... | 1 |
| 1. Le but de cette étude..... | 1 |
| 2. Limite géographique de périmètre d’étude..... | 1 |
| 3. Relief..... | 1 |
| 4. climat..... | 1 |
| 4.1 Précipitation..... | 1 |
| 4.2 Température..... | 2 |
| 4.3 Humidité..... | 3 |
| 4.4 Vent..... | 3 |
| 4.5 Insolation..... | 3 |
| 5. la géologie..... | 3 |
| 5.1 La géomorphologie..... | 3 |
| 5.2 Stratigraphie..... | 4 |
| 6. Hydrogéologie..... | 4 |
| 7. Sismicité..... | 5 |
| 8. Géotechnique..... | 5 |
| 8.1 Pentes..... | 5 |
| 8.2 Synthèse géotechnique..... | 5 |
| 8.2.1 Zone favorable..... | 5 |
| 8.2.2 Zone moyennement favorable..... | 5 |
| 8.2.3 Zone défavorable..... | 5 |
| Conclusion :..... | 6 |

Chapitre II : caractéristique de réseau (état de lieux)

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 7 |
| 1. L’état des la ressources en eau..... | 7 |
| 1.1 Les Ressource souterraine..... | 7 |
| 1.1.1 L’état des forages..... | 7 |
| 1.2 Les ressources superficielles..... | 17 |
| 1.2.1 Station monobloc..... | 17 |
| 2. L’état de la station de pompage (Brahim Ben Omar)..... | 17 |
| 3. L’état des adductions..... | 19 |
| 4. L’état des ouvrages de stockage..... | 19 |
| 5. L’état du réseau de distribution..... | 21 |

| | |
|-----------------|----|
| Conclusion..... | 24 |
|-----------------|----|

Chapitre III : besoin en eau et débit de consommation

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 25 |
| 1. Estimation de la population à l’horizon d’étude | 25 |
| 2. Evaluation des débits | 25 |
| 2.1 Généralité..... | 25 |
| 2.2 Choix de la dotation..... | 25 |
| 2.3 Évaluation des Besoins | 26 |
| 2.3.1 Évaluation des Besoins domestiques..... | 26 |
| 2.3.2 Besoins d’équipements actuels:..... | 26 |
| 2.3.3 Besoins d’équipements courts terme (2015) : | 28 |
| 2.3.4 Besoins d’équipements à moyen et long terme : | 30 |
| 2.4 Etude des variations des débits : | 30 |
| 2.4.1 Variation des débits de consommation dans le temps : | 30 |
| 2.4.2 Coefficient d’irrégularité | 30 |
| 2.4.2.1 Coefficient d’irrégularité maximale ($K_{\max,j}$) : | 30 |
| 2.4.2.2 Coefficient d’irrégularité minimale ($K_{\min,j}$) : | 31 |
| 2.4.2.3 Coefficient maximum horaire ($K_{\max,h}$) : | 31 |
| 2.4.2.4 Coefficient minimum horaire ($K_{\min,h}$) : | 31 |
| 2.4.3 Détermination des débits journaliers : | 32 |
| 2.4.3.1 Consommation minimale journalière ($Q_{\min,j}$) : | 32 |
| 2.4.3.2 Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) : | 32 |
| 2.4.4 Détermination des débits horaires : | 32 |
| 2.4.4.1 Débit moyen horaire ($Q_{\text{moy},h}$) : | 32 |
| 2.4.4.2 Détermination du débit maximum horaire ($Q_{\max,h}$) : | 32 |
| 2.5 Récapitulation des résultats trouvés : | 33 |
| 2.5.1 Les débits moyens trouvés : | 33 |
| 2.5.2 Le débit maximal et minimal journaliers : | 33 |
| 2.5.3 Le débit maximal et minimal horaires : | 33 |
| 2.6 Evaluation de la consommation horaire en fonction de nombre d'hab..... | 33 |
| 2.7 Détermination des graphiques de consommation actuelle : | 36 |
| 2.7.1 Graphique de consommation actuelle:..... | 37 |
| 2.8 Détermination des graphiques de consommation en 2030 : | 38 |
| 2.8.1 Graphique de consommation en 2030: | 39 |
| 3. balance ressource/besoins : | 40 |
| 4. Détermination des débits de consommation Pour l’horizon actuel : | 41 |
| 4.1 Cas de pointe : | 41 |
| 4.1.1 Débit en route : | 41 |
| 4.1.2 Le débit spécifique : | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.1.3 Le débit route pour chaque tronçon : | 41 |
| 4.1.4 Débits aux nœuds (nodaux) : | 41 |
| 4.2 Cas de pointe+incendie : | 48 |
| Conclusion : | 48 |

Chapitre IV : Elaboration du modèle hydraulique

| | |
|--|----|
| Introduction : | 49 |
| 1. Description du logiciel WATER CAD : | 49 |
| 1.1 Fonction et application : | 49 |
| 2. Dimensionnement du réseau : | 49 |
| 2.1 calcule de la perte de charge : | 51 |
| 2.1.1 Définition : | 51 |
| 2.1.2 Perte de charge linéaire : | 51 |
| 2.1.3 Perte de charge singulière : | 53 |
| 2.2 La pression de service : | 54 |
| 2.2.1 Zonage de la ville de point de vue pression de service : | 54 |
| Conclusion : | 54 |

Chapitre V : diagnostic de réseau actuel de la ville

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 55 |
| 1. Simulation de réseau a l'état actuel | 55 |
| 1.1 Cas de pointe..... | 55 |
| Conclusion..... | 61 |

Chapitre VI : aménagement, renouvellement et recommandation

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 62 |
| 1. Aménagement, renouvellement et recommandation du système d'AEP de la ville | 62 |
| 1.1 Concernantlesforages..... | 62 |
| 1.2 concernant la station monobloc..... | 64 |
| 1.3 concernant la station de pompage (Brahim Ben Omar)..... | 64 |
| 1.4 Concernant les adductions..... | 64 |
| 1.5 Concernant les ouvrages de stockage..... | 64 |
| 1.6 Concernant le réseau de distribution de la ville | 65 |
| 2. Les travaux proposés | 65 |
| 2.1 alimentions des nouvelles zones urbaines : | 65 |
| 2.2 Optimisations de la pression dans le réseau | 66 |
| 2.3 optimisations de la vitesse d'écoulement dans le réseau | 66 |
| 2.4 aménagements de réseau | 66 |

| | |
|--|----|
| 3. calcule de nouveau débit nodal..... | 67 |
| 4. Simulation du réseau | 73 |
| 4.1 Cas de pointe..... | 73 |
| 4.2 Cas de pointe + incendie | 83 |
| Conclusion..... | 90 |

Chapitre VII : projection du réseau a l'horizon 2030

| | |
|---|-----|
| Introduction..... | 91 |
| 1.Calcul des débits aux nœuds pour 2030..... | 91 |
| 1.1 Cas de pointe..... | 91 |
| 1.1.1 Débit en route..... | 91 |
| 1.1.2 Le débit spécifique..... | 91 |
| 1.1.3 Le débit route pour chaque tronçon | 91 |
| 1.1.4 Débits aux nœuds (nodaux)..... | 91 |
| 1.2 Cas de pointe+incendie | 98 |
| 2. Réhabilitation de réseau au cours des années | 98 |
| 2.1 De l'état actuel au 2015 | 98 |
| 2.2 De 2015 au 2023 | 99 |
| 2.3 De 2023 au 2026 | 99 |
| 2.4 De 2026 au 2030 | 99 |
| 3. Simulation de réseau pour d'année 2030 | 100 |
| 3.1 Cas de pointe..... | 100 |
| 3.2 Cas de pointe+incendie | 100 |
| 4. Calcul des ouvrages de stockage pour 2030..... | 116 |
| 4.2 Détermination de la capacité du réservoir..... | 116 |
| Conclusion..... | 117 |

Chapitre VIII : la concentration du chlore dans le réseau

| | |
|---|-----|
| Introduction..... | 118 |
| 1. Moyens de désinfection..... | 118 |
| 1.1 Le chlore..... | 118 |
| 1.2 Le brome | 118 |
| 1.3 L'ozone..... | 118 |
| 1.4 Rayons ultraviolets..... | 118 |
| 2. Objectif de la chloration..... | 119 |
| 3. Les paramètres influent sur la désinfection par le chlore..... | 119 |
| 4. Le principe de la stérilisation par le chlore résiduel libre | 120 |
| 5. Calcul de la concentration du chlore résiduel dans le réseau..... | 120 |
| Conclusion..... | 123 |

Chapitre IX : les vannes stabilisatrices de pression

| | |
|--|-----|
| Introduction..... | 124 |
| 1. Description des appareils de régulation de pression..... | 124 |
| 1.1 Stabilisateur de pression..... | 124 |
| 1.1.1 Présentation du stabilisateur de pression aval..... | 124 |
| 2.1.1.1. La vanne de base | 125 |
| 1.1.1.2. Le circuit - pilote de réduction de pression..... | 125 |
| 1.1.2 Principe de fonctionnement du stabilisateur de pression aval..... | 126 |
| 1.1.2.1. Cas où la vanne n'est pas encore équipée du pilote de régulation..... | 126 |
| (fonctionnement en vanne) | 127 |
| 1.1.2.2 Cas où la vanne est équipée du pilote de régulation : fonctionnement en régulateur | 127 |
| 1.1.3. Comment dimensionner un stabilisateur de pression..... | 128 |
| 1.1.4. Installation et maintenance et maintenance des réducteurs | 129 |
| Conclusion | 130 |

Chapitre X : outil d'aide à la décision

| | |
|--|-----|
| Introduction..... | 131 |
| 1. Caractéristiques nodales..... | 131 |
| 2. La variation de pression au point de branchement..... | 131 |
| 3. Corrélation courbe caractéristique-installation..... | 132 |
| 3.1 le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$)..... | 132 |
| 3.2 Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$)..... | 133 |
| 4. Analyse de l'étude..... | 134 |
| Conclusion..... | 134 |

CONCLUSION GENERAL

Annonciations.

Référence bibliographique.

Liste des tableaux :

| | |
|--|----|
| Tableau 01 : Pluies de l'année 2008 (station d'Ahmer El Ain)..... | 2 |
| Tableau 02 : Températures de l'année 2008 | 2 |
| Tableau 03 : Humidité de l'année 2008..... | 3 |
| Tableau 04 : Vent de l'année 2008 | 3 |
| Tableau 05 : Insolation de l'année 2008 | 3 |
| Tableau 06 : l'état actuel du champ captant. | 7 |
| Tableau 07 : L'état du réseau de distribution déjà existant..... | 21 |
| Tableau 08 : évolution de la population à différents horizon..... | 25 |
| Tableau 09 : Les besoins domestiques pour l'horizon actuel et 2030..... | 26 |
| Tableau 10 : Les besoins des équipements administratifs actuels..... | 27 |
| Tableau 11 : Les besoins des équipements scolaires actuels | 27 |
| Tableau 12 : Les besoins des équipements sanitaires actuels..... | 27 |
| Tableau 13 : Les besoins des équipements commerciaux actuels | 27 |
| Tableau 14 : Les besoins des équipements culturels et sportifs actuels | 28 |
| Tableau 15 : Les besoins d'arrosage actuels..... | 28 |
| Tableau 16 : Les besoins des équipements administratifs (2015) | 28 |
| Tableau 17 : Les besoins des équipements scolaires (2015)..... | 29 |
| Tableau 18 : Les besoins des équipements sanitaires (2015) | 29 |
| Tableau 19 : Les besoins des équipements commerciaux (2015) | 29 |
| Tableau 20 : Les besoins des équipements culturels et sportifs (2015)..... | 29 |
| Tableau 21 : Les besoins d'arrosage (2015) | 30 |
| Tableau 22 : Les besoins d'équipements à moyen et à long terme..... | 30 |
| Tableau 23 : variation du coefficient β_{max} | 31 |
| Tableau 24 : variation du coefficient β_{min} | 32 |
| Tableau 25 : débits moyens journalier actuel et au 2030..... | 33 |
| Tableau 26 : débits (max et min) journalier actuel et au 2030 | 33 |
| Tableau 27 : débits (max et min) horaire actuel et au 2030..... | 33 |
| Tableau 28 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants | 34 |
| Tableau 29 : la répartition des débits horaire :..... | 35 |
| Tableau 30 : Volume transféré de la station de pompage vers Bourkika..... | 40 |
| Tableau 31 : les ressources en eau actuelle d'Ahmer El Ain. | 40 |
| Tableau 32 : diagnostic des ressources d'Ahmer El Ain..... | 41 |
| Tableau 33 : Les débits au nœud du réseau de distribution | 42 |
| Tableau 34 : Les constantes α , β et γ en fonction de la rugosité absolue ϵ | 52 |
| Tableau 35 : Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS CHW en fonction de matériaux des conduites..... | 52 |
| Tableau 36 : Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau | 55 |
| Tableau 37 : Les résultats de la simulation pour les conduites du réseau | 58 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 38 : caractéristique des conduites à ajouter. | 65 |
| Tableau 39 : les données des 4 vannes réductrices de pression..... | 66 |
| Tableau 40 : les conduites projetées..... | 66 |
| Tableau 41 : calcule des débits aux nœuds après réhabilitation du réseau | 67 |
| Tableau 42 : Les résultats de la simulation pour les conduites cas de pointe | 74 |
| Tableau 43 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe | 77 |
| Tableau 44 : Les résultats de la simulation pour les conduites (pointe +incendie) | 84 |
| Tableau 45 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe + incendie | 87 |
| Tableau 46 : calcule des aux nœuds a l'horizon 2030..... | 92 |
| Tableau 47 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2030 (pointe) | 101 |
| Tableau 48 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2030 (pointe) | 104 |
| Tableau 49: résultats de la simulation des conduites en 2030 (pointe+incendie) | 111 |
| Tableau 50 : résultats de la simulation des nœuds en 2030 (pointe+incendie) | 114 |
| Tableau 51 : représente la vitrification de la capacité de stockage en 2030..... | 118 |
| Tableau 52 : concentration du chlore aux nœuds à 00 h..... | 121 |
| Tableau 53 : critères de choix d'un brise charge | 129 |
| Tableau 54 : Zone de variation du débit Q_x appelé :..... | 133 |
| Tableau 55 : Zone de variation du débit appelé ($Q_x > Q_{max}$) :..... | 133 |

Liste des figures

| | |
|--|-----|
| Figure 01 : Précipitations annuelles de la Mitidja-Ouest (1967/2007)..... | 2 |
| Figure 02 : état actuel de la venteuse et la vanne pour le F ₁ | 8 |
| Figure 03 : état actuel du bâti du F ₁ | 8 |
| Figure 03 : état actuel de l'abri du le F _{2bis} | 9 |
| Figure 04 : état actuel de la venteuse et la vanne pour le F _{2bis} | 9 |
| Figure 05 : état actuel de la conduite pour le F ₃ | 10 |
| Figure 06 : état actuel de la venteuse et la trappe pour le F ₃ | 10 |
| Figure 07 : état actuel de l'armoire électrique pour le F ₃ | 11 |
| Figure 08 : état actuel de la bâti et la venteuse pour le F ₄ | 11 |
| Figure 09 : état actuel du l'ensemble des équipements du F ₅ | 12 |
| Figure 10 : état actuel du l'ensemble des équipements du F ₆ | 13 |
| Figure 11 : état actuel du l'ensemble des équipements du F ₉ | 14 |
| Figure 12 : état actuel de d'abri du F ₁₀ | 15 |
| Figure 13 : état actuel de la venteuse du F ₁₀ | 15 |
| Figure 14 : état actuel de l'abri du F ₁₁ | 16 |
| Figure 15 : état actuel du l'ensemble des équipements du F ₁₁ | 16 |
| Figure 16 : état actuel du l'ensemble des équipements du F ₁₂ | 16 |
| Figure 17 : état actuel de la station monobloc | 17 |
| Figure 18 : état actuel de la station de pompage Brahim Ben Omar | 17 |
| Figure 19 : état actuel des trois pompes de la station..... | 18 |
| Figure 20 : état actuel du l'ensemble des équipements des deux réservoirs 500m ³ | 18 |
| Figure 21 : état actuel du château d'eau 1200 m ³ | 20 |
| Figure 22 : état actuel du réservoir 500 m ³ | 21 |
| Figure 23 : diagramme à barres représente la consommation actuelle | 36 |
| Figure 24 : graphique de consommation actuelle | 37 |
| Figure 25 : diagramme à barres représente la consommation en 2030..... | 38 |
| Figure 26 : graphique de consommation en 2030 | 39 |
| Figure 27 : Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation..... | 51 |
| Figure 28 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-78.. | 80 |
| Figure 29 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de pointe 8 h..... | 81 |
| Figure 30 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de consommation minimale 00 h..... | 82 |
| Figure 31 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2... | 83 |
| Figure 32 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-78 | 107 |

| | |
|---|-----|
| Figure 33 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau en 2030 a l'heure de consommation minimale 00 h..... | 108 |
| Figure 34 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau 2030 a l'heure de pointe 8 h:..... | 109 |
| Figure 35 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2.. | 110 |
| Figure 36 : Vanne de stabilisation de pression aval | 124 |
| Figure 37 : vanne de stabilisation de pression aval. | 124 |
| Figure 38 : la vanne de base | 125 |
| Figure 39 : la vanne de base avec sont circuit pilot. | 126 |
| Figure 40 : la vanne de base en fonctionnement. | 126 |
| Figure 41 : la vanne de base en fonctionnement. | 127 |
| Figure 42 : Le pilote régulateur fermé. | 127 |
| Figure 43 : Le pilote régulateur ouvert..... | 128 |
| Figure 44 : courbe caractéristique d'un nœud..... | 132 |

Liste des planches :

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

Planche 02 : réseau d'AEP existant actuellement.

Planche 03 : profil de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel des tronçons J-82; J-41; J-40; J-5; J-38; J-83; J-39 a l'état actuel.

Planche 04 : profil de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel des tronçons T-1 ; J-102; J-25; J-26; J-27; J-36; J-79 a l'état actuel.

Planche 05 : plan de réseau d'AEP après réhabilitation.

Planche 06 : réseau d'AEP après réhabilitation.

Planche 07 : profil de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel des tronçons J-82; J-41; J-40; J-5; J-38; J-83; J-39 a l'état actuel après réhabilitation.

Planche 08 : profil de la ligne piézométrique par rapport au terrain naturel des tronçons T-1 ; J-102; J-25; J-26; J-27; J-36; J-79 a l'état actuel après réhabilitation.

Planche 09 : profile de la variation de la concentration du chlore a l'heure de pointe 08 h.

Planche 10 : profile de la variation de la concentration du chlore a l'heure de consommation minimal 00 h.

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est considérée par tous le monde comme source de la vie, mais on constate que cet or bleu est très mal géré suite de divers raison. Les responsables de la gestion de l'eau se trouvent confrontés a la nécessité de faire des prévisions d'évolution de la demande en eau. Il est clair que parmi les paramètres qui conditionnent la demande en eau, le contexte économique et social pèse de façon déterminante ainsi que la politique mise en place dans le secteur de l'eau.

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

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

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

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.

Introduction

Connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique, et hydrologique nous permet de mener à bien notre travail et de prendre des mesures lors de l'élaboration de l'étude et la réalisation.

1. Le but de cette étude

L'objet de cette étude est de mettre en évidence les principaux problèmes qui causent le dysfonctionnement du réseau de cette ville actuellement et de proposer des solutions pour y remédier et même suivre l'état de ce réseau au cours des années à venir jusqu'en 2030 et proposer des solutions pour ces problèmes rencontrés.

Pour se faire, il a été donc nécessaire d'effectuer des missions de reconnaissance sur site, de procéder à la collecte des données et informations relatives à la situation hydraulique existante, on va faire l'exploitation de ces documents et études antérieures.

2. Limite géographique de périmètre d'étude

La ville d'Ahmer El Ain est une commune de la wilaya de Tipaza. Elle se situe au sud de celle-ci à environ 19 km, elle est éloignée de la capitale Alger d'environ 75 km et de la wilaya de Blida d'environ 25 km, elle a comme coordonnées géographiques (36° 28' 35" Nord et 2° 33' 48" Est).

Elle est promue chef lieu en 1984, elle s'étend sur une superficie de 6014 ha. Elle est limitée par :

Au nord : commune de Sidi Rached.

Au sud : commune Oued Djer (wilaya de Ain El Defla).

A l'est : commune d'El Affroune et Attatba.

A l'ouest : commune de Bourkika.

La ville d'Ahmer El Ain se situe au sud de la commune avec une superficie de 88,33 ha : soit 2% de la superficie globale de la commune

3. Relief

Le site appartient à la plaine Mitidja Ouest qui est caractérisé dans son ensemble par des terrains relativement plats et très peu accidentés, mais on remarque une légère déclivité progressive est enregistrée du côté sud.

4. climat

Le climat est méditerranéen subhumide avec une influence continentale (le sirocco en été), des hivers pluvieux et doux, et des étés chauds et secs.

4.1 Précipitation

Les $\frac{3}{4}$ du taux de précipitation pendant les trois mois les plus frais ; à savoir les mois de novembre, décembre et janvier. La répartition des pluies durant les années 1967 à 2007 est présentée dans la figure 1.

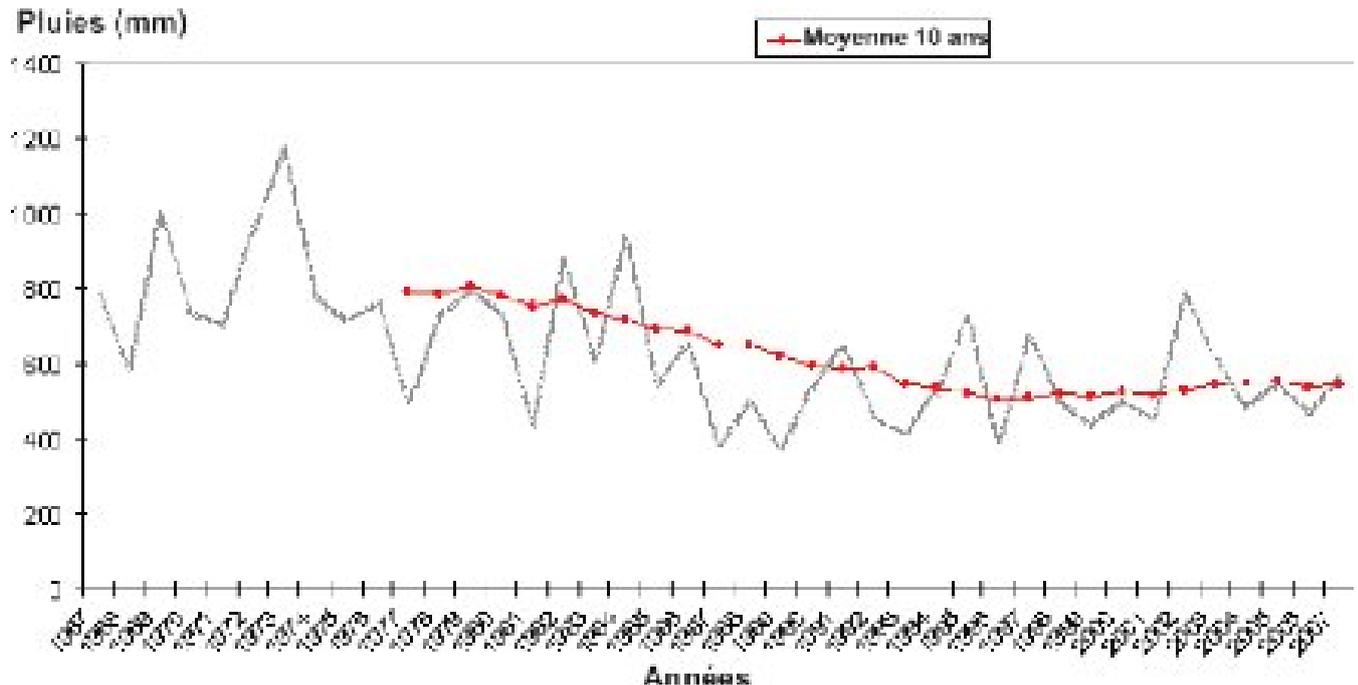


Figure 01 : Précipitations annuelles de la Mitidja-Ouest (1967/2007).

Source : Station météorologique d'Ahmer El Ain et l'ANRH (Blida).

A partir de ce graphe, on dit que les précipitations sont en baisse, en comparant la moyenne des pluies de 10 ans de 1997 à 2007 où la moyenne est de 540 mm à celle de 1967 à 1977 où la moyenne des pluies est de 790 mm.

La pluie indiquée par la station d'Ahmer El Ain en 2008 est présentée dans le tableau 1.

Tableau 01 : Pluies de l'année 2008 (station d'Ahmer El Ain)

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|-------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Pluies (mm) | 34.2 | 15.0 | 49.6 | 20.8 | 60.7 | 9.2 | 11.0 | 0.0 | 16.5 | 131.4 | 180.6 | 111.4 | 640.4 |

Source : Station météorologique d'Ahmer El Ain et l'ANRH (Blida) 2008

4.2 Température

Les paramètres climatiques de l'année 2008 de la station d'Ahmer El Ain sont présentés dans le tableau 2 suivant :

Tableau 02 : Températures de l'année 2008

| T°C | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Max | 14.8 | 12.6 | 19.2 | 21.0 | 19.8 | 28.3 | 31 | 29.2 | 33.0 | 28.2 | 19.0 | 14.5 |
| Min | 8.5 | 7.5 | 7.7 | 13.0 | 14.0 | 18.0 | 25.5 | 24 | 15 | 15 | 11 | 7.3 |
| Moy | 12.1 | 13.1 | 13.8 | 16.2 | 17.6 | 23.0 | 27.9 | 26.6 | 23.0 | 21.1 | 14.5 | 11.4 |

Source : ANRH 2008

Les températures les plus élevées se trouvent durant les mois de juillet et aout.

4.3 Humidité

Tableau 03 : Humidité de l'année 2008

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|
| Hum % | 14.8 | 12.6 | 19.2 | 21.0 | 19.8 | 28.3 | 31 | 29.2 | 33.0 | 28.2 | 19.0 | 14.5 |

Source : ANRH 2008

Les mois les plus humides sont : juillet, aout, septembre, octobre

4.4 Vent

Tableau 04 : Vent de l'année 2008

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| vent (m/s) | 1.5 | 2.0 | 3.4 | 3.0 | 3.1 | 3.2 | 2.8 | 2.7 | 3.30 | 2.3 | 2.9 | 2.6 |

Source : ANRH 2008

La vitesse du vent dans la Mitidja Ouest a atteint les 3,3 m/s durant le mois de septembre.

4.5 Insolation

Tableau 05 : Insolation de l'année 2008

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Insolation | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 8.9 | 6.1 | 10.2 | 11.3 | 9.7 | 8.0 | 6.6 | 5.9 | 2.6 |

Source : ANRH 2008

L'insolation la plus forte durant toute l'année est celle du mois juillet et du mois de juin.

5. la géologie

La géologie est un paramètre essentiel en ce qui concerne l'argumentation et le zoning d'un terrain à étudier.

Cela concerne surtout la lithologie, la pétrographie et le pendage des couches qui, en combinaison avec les autres caractéristiques (saturation des en eau, pentes...) peuvent provoquer des affaissements, des glissements ou d'autres phénomènes néfastes pour la stabilité des futures constructions.

5.1 La géomorphologie

La commune d'Ahmer El Ain est caractérisée par deux types de relief ainsi que

deux types de formations géologie bien distinctes.

Le nord est occupé par la plaine de la Mitidja qui représente de plus grande superficie (environ 70%). Dans ce cas la pente ne dépasse guère les 3% au niveau du site du chef-lieu pour s'aplanir encore plus en allant vers le nord.

La formation géologique qui prédomine est constituée d'alluvions limoneuses. Vers le sud, nous rencontrerons les premiers contreforts du piémont de l'Atlas tellien. Ce dernier s'enfonce dans le complexe montagneux en formant des collines qui ont subi de fortes érosions.

A l'est de la commune est limité par Oued Djer qui forme une vallée assez importante.

On a aussi Oued Sidi Ahmer El Ain qui longe le côté ouest de l'agglomération chef lieu.

5.2 Stratigraphie

Le sol de la commune d'Ahmer El Ain est constitué essentiellement de :

- Alluvions récentes : dépôt limoneux de la plaine de la Mitidja produit par l'étalement des vallées de l'Oued Djer.
- Alluvions anciennes des vallées actuelles.
- Terrasses caillouteuses limoneuses en bordure des vallées de l'Oued Djer : déjection des vallées débouchant de l'Atlas dans la plaine.
- Alluvions anciennes (niveau moyen) : dépôts caillouteux et limoneux plus anciens.

6. Hydrogéologie

De tous les agents de la géodynamique externe qui sous l'action générale de la pesanteur, concourent à modeler et à aplanir peu à peu la surface des continents par l'enchaînement des processus d'érosion (ablation), de transport (l'évacuation), de dépôt (sédimentation), l'eau est beaucoup le plus important, le plus expressif et le plus complet.

Dans notre cas, les processus hydrodynamiques cités ci-dessus ont donné naissance à deux oueds :

- Oued Djer qui est la limite naturelle de la commune d'Ahmer El Ain dans la partie orientale. Il est alimenté en amont par l'Oued Zeboudj et l'Oued El Hammam.
- L'Oued Ahmer El Ain qui prend naissance au niveau des affluents du flanc nord de notre massif. Ses apports en eau ne sont que pluviaux, c'est-à-dire qu'il est sec pendant les saisons chaudes.

Comme nous le savons la plaine est dotée d'une nappe souterraine (du type nappe phréatique) mais la faible transmissibilité (perméabilité) de notre terrain nous permet de dire que les réserves en eau de cette région sont moins importantes que dans les zones de la Mitidja Est.

7. Sismicité

La zone de Ahmer El Ain faisait partie de la zone sismique N°2 mais après le séisme de Boumerdes 2003, la wilaya de Tipaza a été reclassée en zone N°3 et à cet effet les mesures de prévention doivent être prises en charge lors de la programmation urbaine et au cours des constructions.

8. Géotechnique

L'analyse de tous les paramètres qu'on vient d'étudier ainsi que l'établissement des différentes cartes nous permettent d'aboutir au découpage de la commune en différentes zones selon l'aptitude de la construction.

8.1 Pentés

La ville d'Ahmer El Ain présente un terrain très accidenté, on remarque au sud jusqu'à le centre de la ville une grande pente qui varie de 30% à 8%, mais de centre de la ville jusqu'au Nord on a une pente qui va descendre jusqu'à 1%.

8.2 Synthèse géotechnique

À partir de cette analyse nous avons obtenu un zonage géotechnique qui est basé sur les quatre grandes classes suivantes:

9.2.1 Zone favorable

Elle englobe les terrains dont la déclivité ne dépasse guère les 8% ainsi qu'une constitution lithologique apte à supporter les charges de futures constructions.

Sur le plan d'étude de terrain celle-ci présente une superficie assez appréciable au niveau du chef-lieu d'agglomération et aux environs immédiats du prolongement des oueds.

Surface=4519.02 ha

8.2.2 Zone moyennement favorable

La différence qui existe entre cette classe et celle citée précédemment est due seulement à la présence de pentes qui peuvent atteindre jusqu'à 15% ; en général, l'extension de la trame urbaine ne posera pas de problème.

Surface = 694.19 ha

8.2.3 Zone défavorable

Cette classe présente une petite partie de la région elle est située au sud du territoire communal.

Il est à noter cependant qu'un problème de tassement au niveau des 200 logements a fait l'objet d'une étude par le Laboratoire de Kolea donnant la conclusion suivante:

- La cité des 200 logements repose sur un sol qui présente des formations argileuses carbonatées à passages sableux et graveleux, de couleur sombre en surface à clair en profondeur.

- Le remblai (sol remanié) recouvre l'ensemble des sols avec une épaisseur maximale de 1 mètre.
- La capacité portante du sol est donc acceptable, mais les tassements absolus calculés à partir des résultats de laboratoire varient de 2,7 cm à 6,4 cm.
- La présence d'eau a été détectée par l'équipe de prospection à une profondeur moyenne de 7,0 mètres. Nous signalons que les calculs des tassements ont révélé que la partie du sol le plus tassant se situe aux environs de cette profondeur (7,0 m). donc la présence de cette eau souterraine au milieu argileux sensible. Va activer la déformation de ce faciès et la dégradation des bâtiments des 200 logements.
- Les essais géophysiques indiquent une profondeur d'encrage identique de 3,0 m pour les blocs étudiés. Le béton testé présente une qualité médiocre, contribuant à son tour à l'accentuation du désordre avec sa faible résistance.

D'après toutes les données recueillies et selon le problème posé dans cette région il a été recommandé:

- L'évacuation des eaux sous souterraines emmagasinées sous les fondations et des eaux cumulées dans les caves.
- L'installation d'un système de drainage périphérique pour assurer l'évacuation de l'eau superficielle.
- La remise en sous œuvre des blocs endommagés, avec rattrapage de la fondation sur le bon sol et renforcement du béton qui est de qualité médiocre.

Conclusion :

Compte tenu du développement économique, sociologique de la ville d'Ahmer El Ain pendant ces dernières années, et sa place parmi dans le stratège le l'état pour le développement rapide, on conclue qu'il s'avère nécessaire d'élaborer des plans d'aménagement d'ensemble en vue d'assurer une parfaite cohérence entre les différentes extensions de l'agglomération.

Introduction

L'objet de ce chapitre est d'établir un constat sur les conditions du fonctionnement du système d'alimentation en eau de la ville d'Ahmer El Ain à l'état actuel, et la détermination des défaillances du système d'adduction et du réseau de distribution.

1. L'état des la ressources en eau

1.1 Les Ressource souterraine

La ville d'Ahmer El Ain est alimentée à partir d'un champ se situe à la Mitidja Ouest contenant 12 forages dont 04 à l'arrêt, acheminant vers la station de pompage Brahim Ben Omar équipée de 03 pompes travaillant en alternance et de 02 réservoirs de 500 m³ chacun, cette station alimente la ville d'Ahmer El Ain et toutes les zones éparses située sur l'axe routier de la RN n°42 jusqu'à la Commune de Bourkika y compris cette dernière.

1.1.1 L'état des forages

Le tableau 06 suivant résume la position des forages (coordonnée géographique de chaque forage), le niveau statique et dynamique de l'eau au niveau de chaque forage et le débit soutirait :

Tableau 06 : l'état actuel du champ captant.

| Nom du Forage | Coordonnées | | Niveau (m) Statique | Débit (l/s) | |
|-------------------|-------------|---------|------------------------|-------------|--------|
| | X | Y | | Initial | Actuel |
| F ₁ | 490.10 | 352.50 | 74.20 | 9 | sec |
| F _{2bis} | 465.200 | 354.425 | 75.20 | 10 | 5 |
| F ₃ | 493.2 | 352.7 | 31.5 | 36 | sec |
| F ₄ | 492.7 | 353 | 47.5 | 15 | sec |
| F ₅ | 491.25 | 354.45 | 43 | 20 | 20 |
| F ₆ | 492.5 | 353.25 | - | 15 | 2.77 |
| F ₇ | 491.10 | 355.10 | - | 15 | sec |
| F ₈ | 491.6 | 355.6 | - | 15 | 2.5 |
| F ₉ | 464.80 | 359.15 | 69.7 | 10 | 5 |
| F ₁₀ | 465.15 | 355.15 | 65.2 | 15 | 5.83 |
| F ₁₁ | 353.85 | 356.95 | 89.19 | 15 | 8.33 |
| F ₁₂ | - | - | - | - | 10 |
| TOTAL | | | | | 59,43 |

Le Forage F₁

A l'arrêt, il a atteint sa limite d'exploitation (à sec).

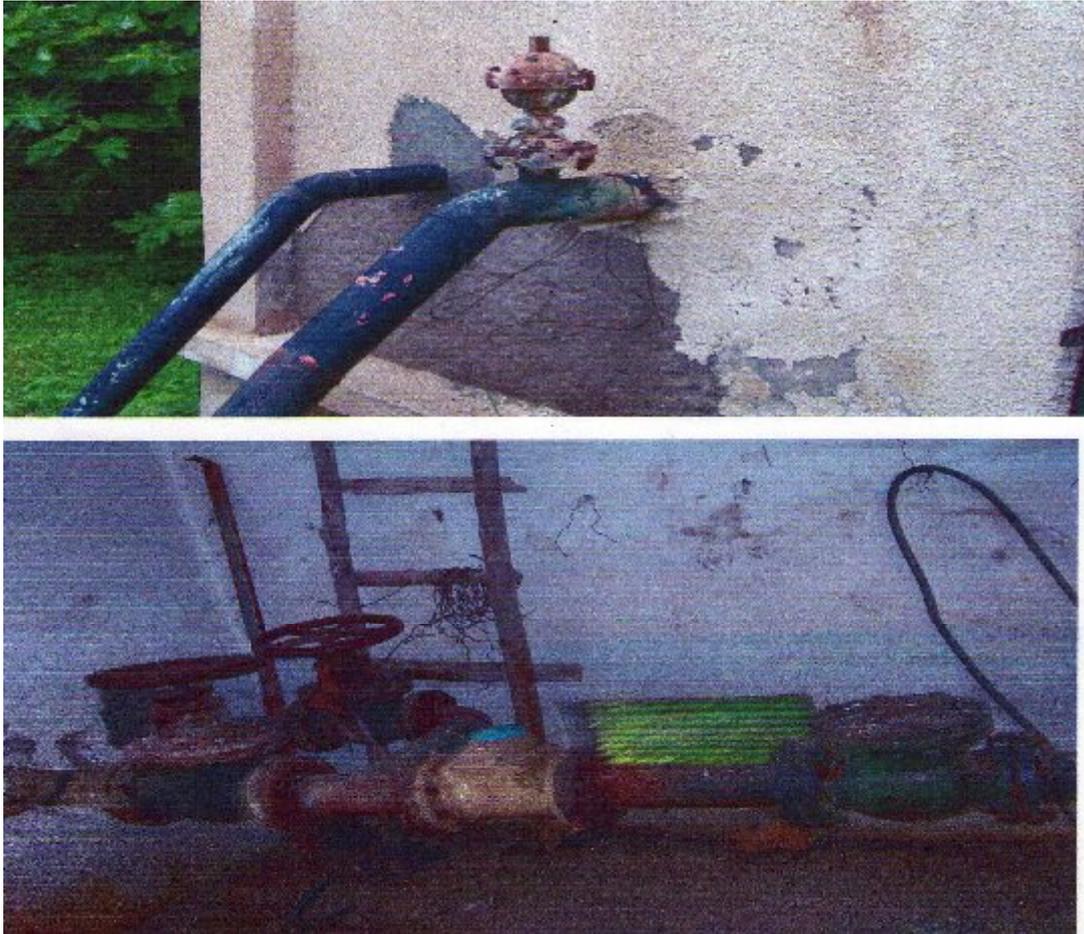


Figure 02 : état actuel de la venteuse et la vanne pour le F₁



Figure 03 : état actuel du bâtiment du F₁

Le Forage F_{2bis}

A l'arrêt, problème de pompe Il fournit un débit de 5 l/s.
Il existe quelques défaillances qui sont :

- Ventouse qui est en corrosion.
- Le bâtis de l'armoire de commande et l'abri du forage sont séparés.
- l'abri du forage ne laisse pas à désirer.
- Vanne à refaire.

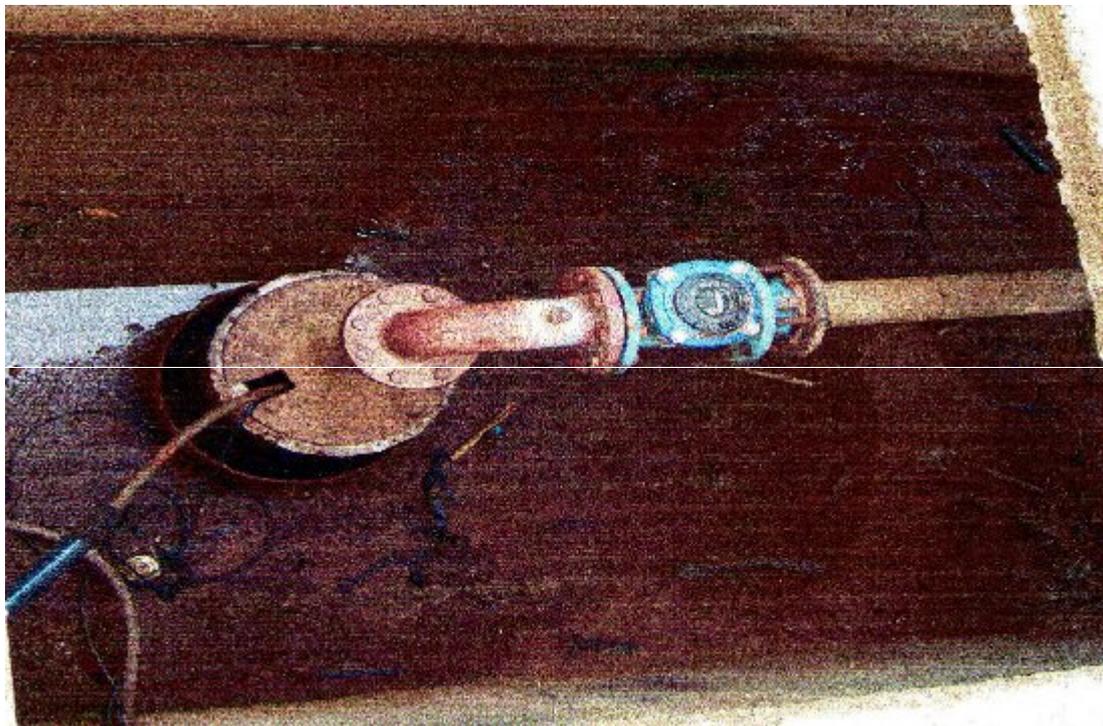


Figure 03 : état actuel de l'abri du le F_{2bis}



Figure 04 : état actuel de la ventouse et la vanne pour le F_{2bis}

Le Forage F₃

A l'arrêt, il est à sec.

Le portail de l'installation à refaire, la conduite intérieure corrodée, la ventouse en panne, la trappe à peindre et l'armoire électrique lui manque la cache.

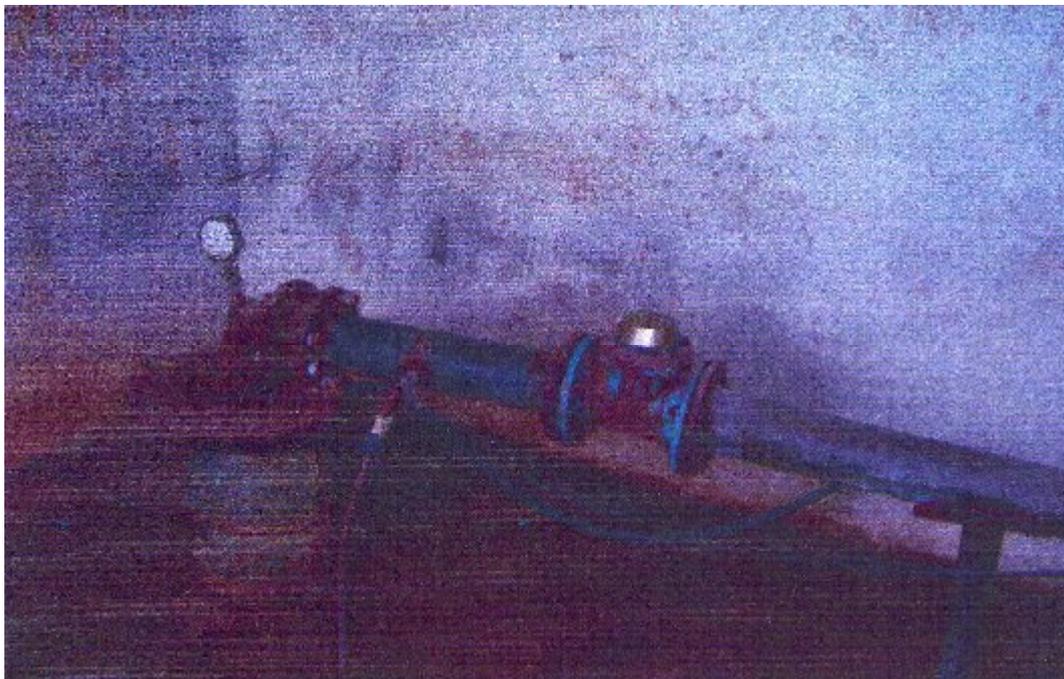


Figure 05 : état actuel de la conduite pour le F₃



Figure 06 : état actuel de la ventouse et la trappe pour le F₃

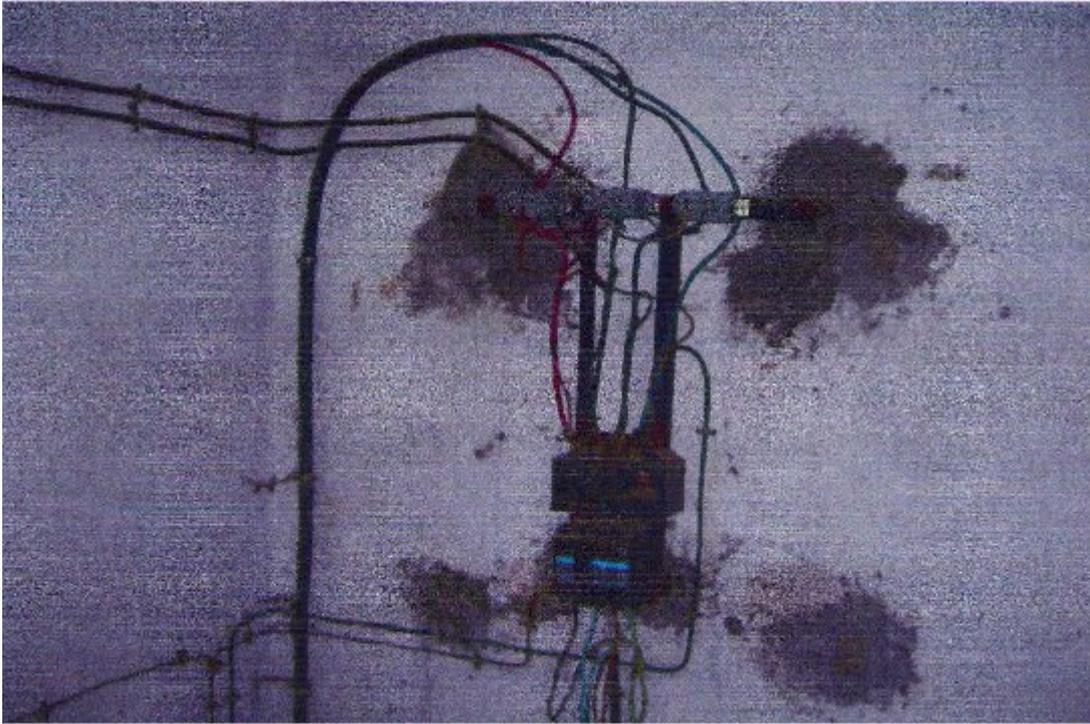


Figure 07 : état actuel de l'armoire électrique pour le F₃

Le Forage F₄

A l'arrêt, il est à sec.

Son bâtir en bon état ainsi que ses équipements hormis la ventouse qui est à changer.

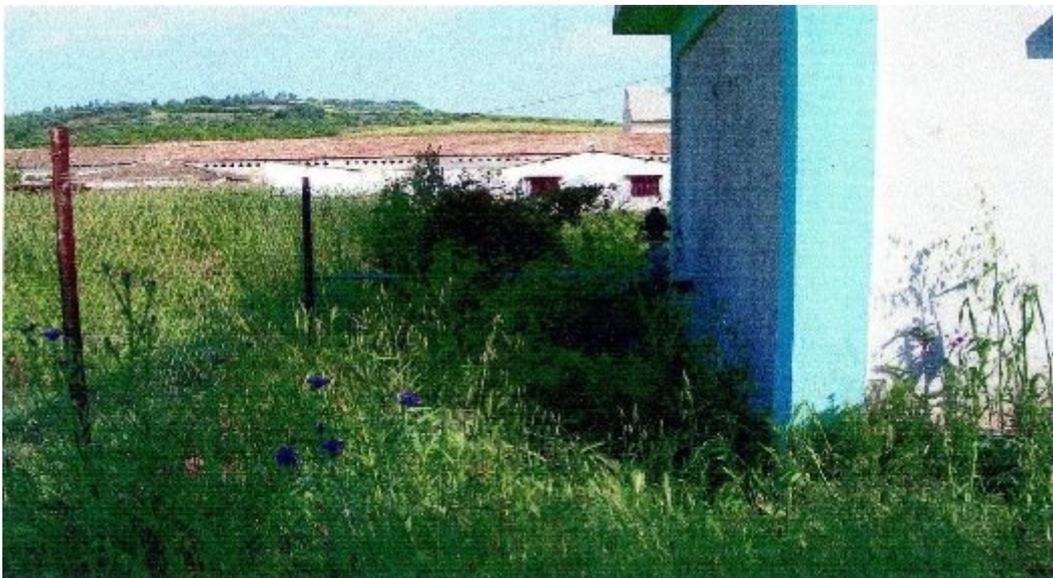


Figure 08 : état actuel de la bâtir et la ventouse pour le F₄

Le Forage F₅

Le forage F₅ est à l'arrêt, réalisé en 2004. Problème de pompe, une fois réglé il sera mis en marche et donnera un débit théorique de 20 l/s.

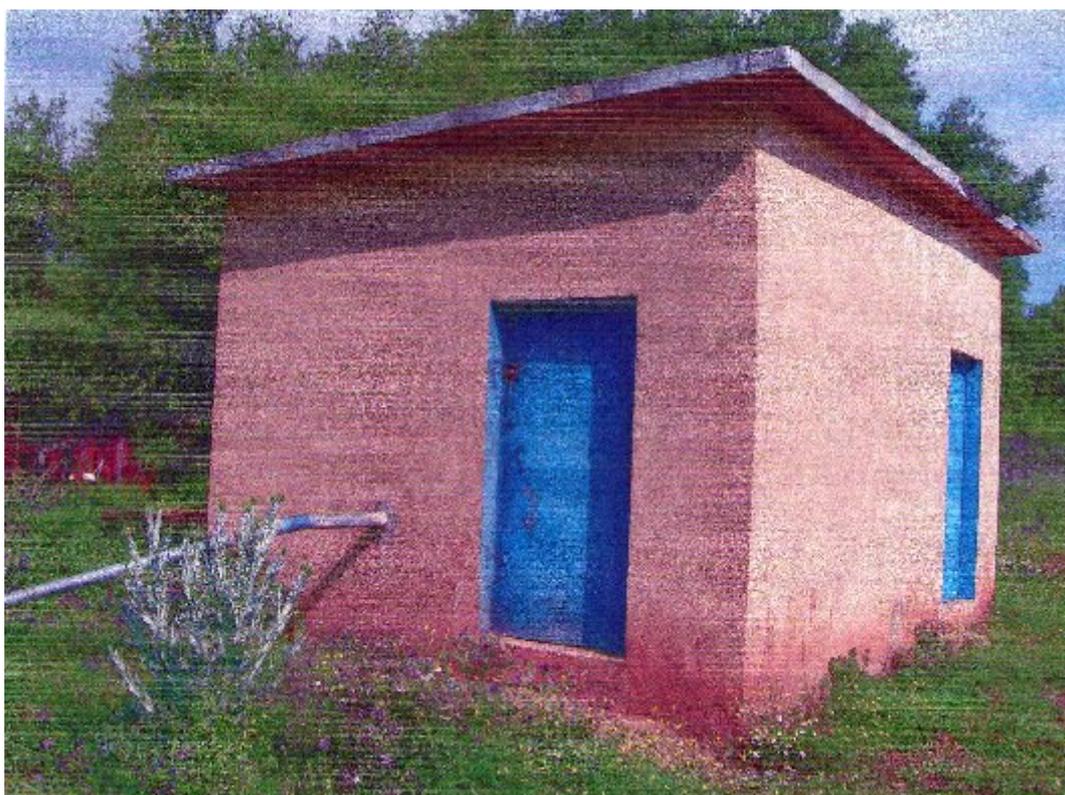
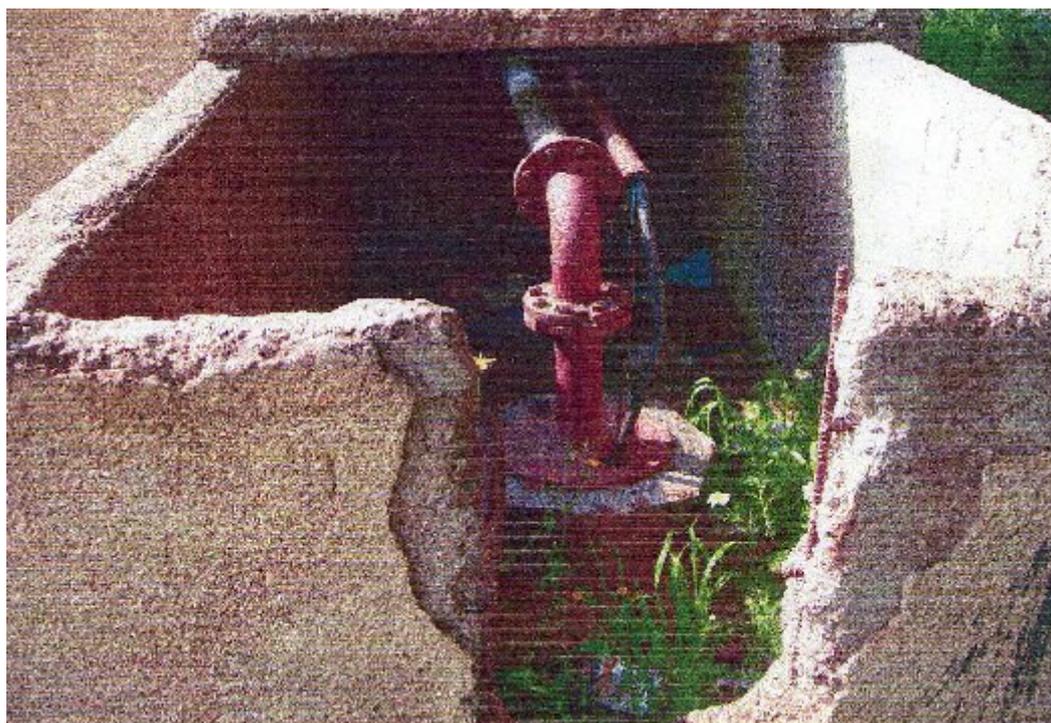


Figure 09 : état actuel de l'ensemble des équipements du F₅

Le Forage F₆

Le forage F₆ est d'un débit de 2.77 l/s et son abri est en bon état ainsi que ses accessoires.

- L'abri en bon état.

- Débit mètre, ventouse et robinet vanne ainsi que le clapet anti-retour en bon état.
- Pompe doseuse du clore en bon état et fonctionnelle.
- Armoire électrique (bon état).

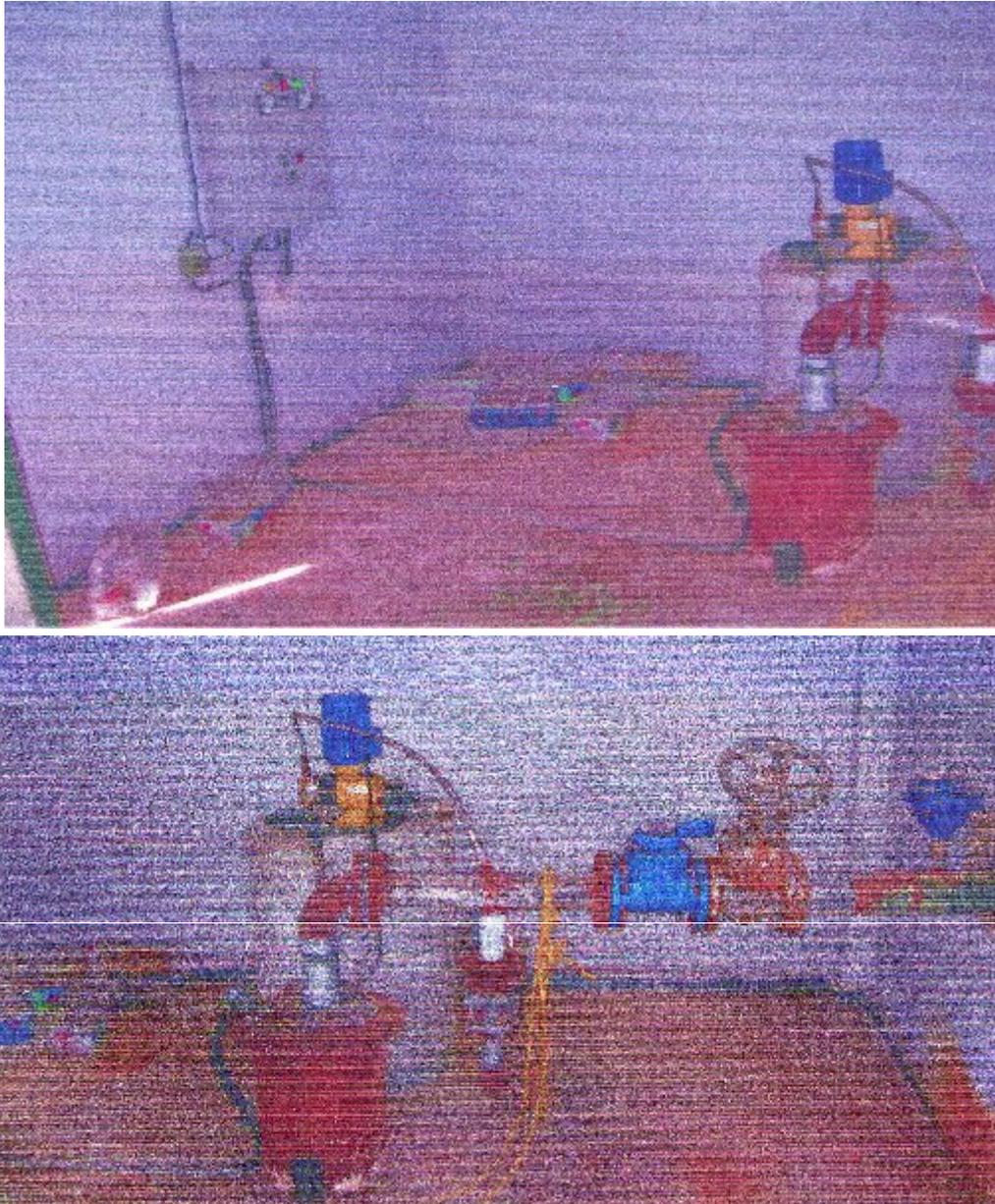


Figure 10 : état actuel de l'ensemble des équipements du F₆

Le Forage F₇

Le forage F₇ est à l'arrêt. Il a atteint sa limite d'exploitation.

Le Forage F₈

Son débit est de 2,5 (l/s), en marche (bon état) mais il faut remplacer la ventouse.

Le Forage F₉

Il donne un débit de 5 (l/s) et ses accessoires sont en bon état.



Figure 11 : état actuel de l'ensemble des équipements du F₉

Le Forage F₁₀

Il donne un débit de 5.83 (l/s) en marche.

Il existe quelques défaillances qui sont :

- La finition du Génie civil,
- la trappe en mauvais état,
- Ventouse vétuste (un état de corrosion avancé),
- manque de sonde.



Figure 12 : état actuel de l'abri du F₁₀



Figure 13 : état actuel de la ventouse du F₁₀

Le Forage F₁₁

Son débit est de 8.33 (l/s) en marche, en bonne état, mais la sonde manque pour le prélèvement de niveau et la peinture intérieure est dégradée.



Figure 14 : état actuel de l'abri du F₁₁



Figure 15 : état actuel de l'ensemble des équipements du F₁₁

Le Forage F₁₂

Son débit fonctionnel est de 10 (l/s) et en bonne état.



Figure 16 : état actuel de l'ensemble des équipements du F₁₂

Remarque

Il est constaté dans ce champ captant que les forages se trouvant au Sud-est de la commune, du F₁ à F₇, sont à la limite de leur exploitation (donc la nappe de la Mitidja Ouest a subi un rabattement élevé dans ce périmètre de la zone).

1.2 Les ressources superficielles

1.2.1 Station monobloc

Elle est d'une capacité théorique de 60 l/s donc de 5184 m³/j, tandis que sa production réel est de 4000 à 4500 m³/j, elle a été mise en service à la saison 2003/2004 et elle est en bon état.



Figure 17 : état actuel de la station monobloc

2. L'état de la station de pompage (Brahim Ben Omar)

C'est une station qui fonctionne avec trois pompes en alternance dont deux en fonctionnement et une à l'arrêt. En bon état, presse étoupe à refaire. Elle alimente la commune d'Ahmer El Ain et Bourkika à partir de deux réservoirs de 500 m³ chacun remplis du champ captant Mitidja Ouest.



Figure 18 : état actuel de la station de pompage Brahim Ben Omar



Figure 19 : état actuel des trois pompes de la station

Les trois pompes sont du même type leurs caractéristiques sont comme suit :

Marque : ATURIA

Type : NZM125

N° 150514

Débit 144 m³/h et son HMT est de 120m



Figure 20 : état actuel de l'ensemble des équipements des deux réservoirs 500 m³

Les deux réservoirs semi enterrés ainsi que leurs pièces accessoires sont en bon état mais le soubassement de la finition extérieure de ces deux réservoirs est à refaire.

3. L'état des adductions

L'adduction des forages vers Station de pompage Brahim Ben Omar est en bonne état.

L'adduction des forages F₁₂, F₁₁ jusqu'au point d'intersection des adductions des forages F₁₀, F₉ est faite en Amiante Ciment diamètre 150 mm est en bon état.

L'adduction reliant cette intersection et la station de pompage collectant des forages F₁₀, F₉, F₈ et F_{2bis} est réalisée en deux tronçons :

- le premier en Amiante Ciment de diamètre 200 mm et de 1375 mètre de longueur.
- le deuxième en Acier de diamètre 200 mm sa longueur est de 1659 m. Ces deux tronçons sont en bonne état.

L'adduction des forages F₆, F₅ et F₄ vers la station de pompage est réalisée respectivement de F₆ à F₅ avec de l'amiante ciment de diamètre 100 mm sa longueur est de 533 m, de F₅ à F₄ également avec de l'amiante ciment de diamètre 150 mm et de longueur 387 m et de F₄ à la station de pompage l'adduction est réalisée en acier de diamètre 250 mm et de longueur 290 m et l'ensemble de ce refoulement est en bon état.

Le refoulement de la station de pompage vers Ahmer El Ain et Bourkika est réalisé avec une conduite en Amiante Ciment de diamètre 400mm. Le tronçon (station pompage - Ahmer El Ain) est de longueur 5048 m et Son état actuel est bon.

4. L'état des ouvrages de stockage

Le stockage de l'eau potable d'Ahmer El Ain est assuré par un château d'eau de 1200 m³, un réservoir circulaire de 500 m³ situés dans la ville.

Le premier réservoir se situe au centre de la ville et le deuxième ce situe au Sud de la ville.

Château d'eau 1200 m³

Le château d'eau en question est un ouvrage en béton armé daté de l'époque coloniale se compose d'une cuve cylindrique reposant sur une tour conçue en voile circulaire en béton armé, cet ouvrage est d'une capacité de 1200 m³ et une hauteur de 36 m. Le remplissage de ce château se fait à partir de la station de pompage Brahim Ben Omar. Il assure la distribution en eau potable pour une grande partie de la ville en jouent le rôle d'un réservoir de tête.

- Conduite d'arrivée de DN 250 en acier en bon état.
- 02 conduites de distribution l'une DN 200 et l'autre DN 150 les deux en acier en bons états.
- Conduite de trop plein DN 200 en acier, en bons états.

Mais il est Constaté :

- Endommagement de la vitrerie des ouvertures.
- Un système de pompage, des eaux de source acheminées des monts

avoisinant la ville vers une bache à eau enterrée située à l'extérieur du château d'eau, vétuste et mis hors service.

- Le béton est toujours en bon état.
- Manque d'échelle pour monter et contrôler de prêt le comportement du château.
- Manque des appareils de mesure (débit et pression) au départ des conduites de distribution.

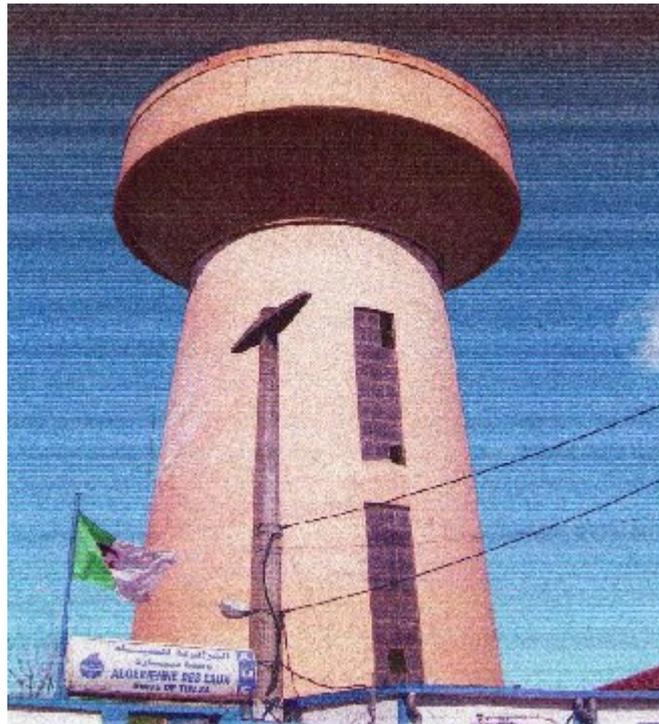


Figure 21 : état actuel du château d'eau 1200 m³

Réservoir 500 m³

C'est un réservoir semi-enterré. Il se situe au coté sud de la ville, il desserve l'extrême sud de la ville et la partie Nord Est. Il est alimenté à partir du champ captant Mitidja Ouest via la station de pompage Brahim Ben Omar.

- Conduite d'arrivée de DN150 en acier.
- Conduite de distribution de DN 250 en Amiante Ciment.
- Conduite de trop plein de DN 150 en acier.
- Conduite de vidange de DN 80 en acier.
- Une conduite by-pass raccordée sur l'AMC 150.

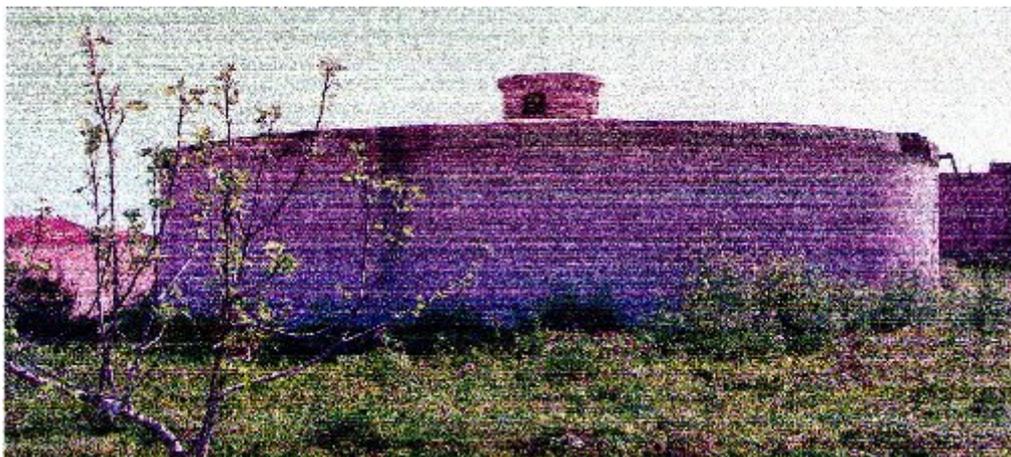


Figure 22 : état actuel du réservoir 500 m³

5. L'état du réseau de distribution

Le réseau de distribution de la ville Ahmer El Ain couvre pratiquement la totalité de la ville, il est de type mixte maillé et ramifié. Constitué d'un réseau en fonte dans sont ensemble, des extensions en PVC à emboîtement, des conduites en amiante ciment avec des grandes diamètres qui transfèrent l'eau de la partie Sud (réservoir 500 m³) vers une partie Nord-est du réseau de la ville et de quelle que conduite en acier qui sont posées pour faire l'extension du réseau au futur.

Les diamètres de ce réseau varient entre 26 mm et 250 mm pour les conduites en fonte, celle en PVC de 33 mm à 110 mm, de l'amiante ciment sont 100 mm, 150 mm et 250 mm, et de l'acier sont 100 mm, 150 mm et 200mm.

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

| Nœud | Du Nœud | Au Nœud | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-0 | T-1 | 1 | 47,854 | 200 | Acier | Bon état |
| P-1 | 1 | 2 | 9,144 | 200 | fonte | Etat moyen |
| P-2 | T-2 | 82 | 5,639 | 250 | AMC | Bon état |
| P-4 | 64 | 65 | 89,611 | 90 | PVC | Bon état |
| P-5 | 59 | 42 | 42,367 | 100 | PVC | Bon état |
| P-6 | 40 | 59 | 21,793 | 100 | PVC | Bon état |
| P-7 | 17' | 17 | 3,81 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-8 | 63 | 64 | 92,812 | 100 | PVC | Bon état |
| P-9 | 84 | 63 | 102,718 | 100 | Acier | Bon état |
| P-10 | 39 | 84 | 63,398 | 100 | Acier | Bon état |
| P-11 | 82 | 41 | 63,246 | 250 | AMC | Bon état |
| P-12 | 15 | 16 | 167,183 | 30 | fonte | Etat moyen |
| P-13 | 41 | 40 | 99,67 | 250 | AMC | Bon état |
| P-14 | 42 | 45 | 35,966 | 100 | PVC | Bon état |
| P-15 | 86 | 88 | 12,497 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-16 | 14 | 67 | 19,812 | 100 | fonte | Etat moyen |
| P-17 | 26 | 31 | 25,603 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-18 | 2 | 3 | 89,916 | 80 | fonte | Etat moyen |

Tableau 07: suite

| Nœud | Du Nœud | Au Nœud | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-19 | 25 | 32 | 25,908 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-20 | 45 | 48 | 37,033 | 100 | PVC | Bon état |
| P-21 | 31 | 30 | 21,946 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-22 | 40 | 5 | 203,606 | 250 | AMC | Bon état |
| P-23 | 53 | 57 | 42,062 | 33 | PVC | Bon état |
| P-24 | T-1 | 102 | 30,632 | 150 | Acier | Bon état |
| P-25 | 14 | 15 | 104,851 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-26 | 102 | 25 | 73 | 150 | fonte | Etat moyen |
| P-27 | 5 | 38 | 64,008 | 250 | AMC | Bon état |
| P-28 | 42 | 46 | 124,816 | 100 | PVC | Bon état |
| P-29 | 88 | 90 | 15,85 | 50 | PVC | Bon état |
| P-30 | 24 | 23 | 75,133 | 125 | fonte | Etat moyen |
| P-31 | 48 | 49 | 39,776 | 100 | PVC | Bon état |
| P-32 | 38 | 43 | 134,569 | 40 | PVC | Bon état |
| P-33 | 32 | 33 | 21,793 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-34 | 49 | 52 | 26,213 | 60 | PVC | Bon état |
| P-35 | 2 | 24 | 293,98 | 150 | fonte | Etat moyen |
| P-36 | 38 | 83 | 425,501 | 250 | AMC | Bon état |
| P-37 | 30 | 29 | 40,081 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-38 | 46 | 47 | 37,338 | 100 | PVC | Bon état |
| P-39 | 95 | 96 | 111,1 | 50 | PVC | Bon état |
| P-40 | 25 | 26 | 55,778 | 150 | fonte | Etat moyen |
| P-41 | 64 | 68 | 31,699 | 110 | PVC | Bon état |
| P-42 | 12 | 11 | 104,394 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-43 | 2 | 79 | 188,824 | 150 | fonte | Etat moyen |
| P-44 | 62 | 55 | 59,131 | 60 | PVC | Bon état |
| P-45 | 3 | 7 | 74,981 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-46 | 47 | 50 | 37,948 | 100 | PVC | Bon état |
| P-47 | 12 | 14 | 135,026 | 100 | fonte | Etat moyen |
| P-48 | 23 | 20 | 79,248 | 125 | fonte | Etat moyen |
| P-49 | 17 | 18 | 115,519 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-50 | 52 | 53 | 36,576 | 60 | PVC | Bon état |
| P-51 | 50 | 51 | 28,499 | 100 | PVC | Bon état |
| P-52 | 33 | 34 | 40,081 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-53 | 17' | 81 | 275,387 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-54 | 58 | 80 | 118,262 | 40 | PVC | Bon état |
| P-55 | 26 | 27 | 398,069 | 100 | fonte | Etat moyen |
| P-56 | 68 | 72 | 18,745 | 110 | PVC | Bon état |
| P-57 | 49 | 62 | 50,14 | 80 | PVC | Bon état |
| P-58 | 7 | 8 | 11,278 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-59 | 79 | 36 | 122,377 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-60 | 29 | 28 | 39,929 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-61 | 1 | 17' | 822,198 | 200 | fonte | Etat moyen |
| P-62 | 17 | 10 | 135,636 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-63 | 79 | 4 | 121,158 | 150 | fonte | Etat moyen |

Tableau 07: suite

| Nœud | Du Nœud | Au Nœud | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|-------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-64 | 20 | 19 | 136,398 | 100 | fonte | Etat moyen |
| P-65 | 88 | 89 | 43,434 | 26 | fonte | Etat moyen |
| P-66 | 17 | 15 | 105,613 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-67 | 90 | 92 | 39,624 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-68 | 45 | 62 | 128,168 | 40 | PVC | Bon état |
| P-69 | 55 | 57 | 184,861 | 40 | PVC | Bon état |
| P-70 | 90 | 91 | 39,776 | 26 | fonte | Etat moyen |
| P-71 | 58 | 53 | 86,716 | 60 | PVC | Bon état |
| P-72 | 67 | 100 | 206,959 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-73 | 6 | 7 | 218,389 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-74 | 51 | 58 | 39,014 | 100 | PVC | Bon état |
| P-75 | 4 | 6 | 75,133 | 125 | fonte | Etat moyen |
| P-76 | 19 | 99 | 200,406 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-77 | 43 | 44 | 47,854 | 40 | PVC | Bon état |
| P-78 | 34 | 35 | 39,776 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-79 | 20 | 21 | 99,06 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-80 | 9 | 21 | 96,012 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-81 | 59 | 60 | 81,991 | 40 | PVC | Bon état |
| P-82 | 92 | 93 | 34,29 | 26 | fonte | Etat moyen |
| P-83 | 12 | 13 | 79,4 | 40 | fonte | Etat moyen |
| P-84 | 72 | 73 | 80,772 | 110 | PVC | Bon état |
| P-86 | 4 | 3 | 217,627 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-87 | 45 | 46 | 89,002 | 40 | PVC | Bon état |
| P-88 | 48 | 47 | 88,392 | 40 | PVC | Bon état |
| P-89 | 68 | 69 | 54,559 | 63 | PVC | Bon état |
| P-90 | 53 | 55 | 49,987 | 60 | PVC | Bon état |
| P-91 | 8 | 9 | 78,943 | 80 | fonte | Etat moyen |
| P-92 | 72 | 71 | 54,864 | 63 | PVC | Bon état |
| P-93 | 35 | 36 | 50,597 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-94 | 10 | 9 | 18,745 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-96 | 55 | 56 | 36,881 | 33 | PVC | Bon état |
| P-97 | 69 | 71 | 20,117 | 40 | PVC | Bon état |
| P-98 | 51 | 52 | 86,868 | 40 | PVC | Bon état |
| P-99 | 20 | 22 | 80,01 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-100 | 28 | 35 | 55,321 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-101 | 96 | 97 | 43,282 | 40 | PVC | Bon état |
| P-102 | 23 | 8 | 194,92 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-103 | 73 | 77 | 38,252 | 90 | PVC | Bon état |
| P-104 | 73 | 74 | 53,95 | 90 | PVC | Bon état |
| P-105 | 29 | 34 | 55,474 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-106 | 49 | 50 | 87,63 | 60 | PVC | Bon état |
| P-107 | 6 | 95 | 67,056 | 125 | fonte | Etat moyen |
| P-108 | 27 | 36 | 163,22 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-109 | 28 | 27 | 158,344 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-110 | 24 | 3 | 207,112 | 60 | fonte | Etat moyen |

Tableau 07: suite

| Nœud | Du Nœud | Au Nœud | Longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | L'état de la conduite |
|-------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-----------------------|
| P-111 | 71 | 74 | 81,077 | 63 | PVC | Bon état |
| P-112 | 77 | 78 | 21,336 | 40 | PVC | Bon état |
| P-113 | 69 | 70 | 21,336 | 40 | PVC | Bon état |
| P-115 | 18 | 21 | 136,093 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-116 | 42 | 43 | 71,78 | 100 | PVC | Bon état |
| P-117 | 41 | 101 | 276,301 | 150 | Acier | Bon état |
| P-119 | 75 | 76 | 19,355 | 40 | PVC | Bon état |
| P-120 | 86 | 85 | 7,772 | 26 | fonte | Etat moyen |
| P-121 | 31 | 32 | 55,474 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-122 | 30 | 33 | 55,474 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-123 | 10 | 11 | 105,461 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-124 | 92 | 94 | 21,946 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-125 | 77 | 75 | 54,102 | 90 | PVC | Bon état |
| P-126 | 96 | 98 | 20,726 | 50 | PVC | Bon état |
| P-127 | 86 | 87 | 20,269 | 50 | fonte | Etat moyen |
| P-128 | 65 | 66 | 30,48 | 63 | PVC | Bon état |
| P-129 | 74 | 75 | 35,966 | 90 | PVC | Bon état |
| P-130 | 95 | 12 | 11,582 | 125 | fonte | Etat moyen |
| P-131 | 82 | 61 | 128,016 | 150 | AMC | Bon état |
| P-132 | 11 | 15 | 135,331 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-133 | 5 | 37 | 31,699 | 100 | Acier | Bon état |
| P-134 | 19 | 18 | 97,993 | 60 | fonte | Etat moyen |
| P-135 | 84 | 86 | 4,572 | 26 | fonte | Etat moyen |
| P-136 | 83 | 39 | 750,875 | 100 | AMC | Bon état |
| P-221 | 65 | 67 | 89,611 | 90 | PVC | Bon état |

Les défaillances existantes sont les suivantes :

- Le réseau de distribution ne possède aucun système de comptage.
- Il existe de nouvelles zones urbaines qui ne disposent de réseau d'AEP.
- 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 ville d'Ahmer El Ain 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 génie civiles est des accessoires de rechange.

Introduction

Dans ce chapitre intitulé évolution des besoins en eau et débit de consommation, notre objectif est de vérifier l'équilibre entre la production, le stockage et la demande en eau de la population avec son évolution dans le temps pour un horizon estimé à (2030).

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

L'estimation de la population se fait pour les différents l'horizon d'actuelle et 2030 à la base de la formule suivante :

$$= \times (+)$$

Avec :

P : est la population à l'horizon.

P₀ : Est la population actuelle

τ : est le taux d'accroissement de la population en %.

n : est le nombre d'années à l'horizon considéré.

Pour le calcul de l'évolution de la population à différentes zones (court, moyen et long terme) nous avons pris les taux proposés par le PDAU révisé en Juillet 2008 d'Ahmer Al Ain, du recensement 1998 et du pré recensement de 2006.

Tableau 08 : évolution de la population à différents horizon

| horizon | Taux d'accroissement | Nombre de population |
|----------|----------------------|----------------------|
| 1998 | - | 10717 hab |
| 2006 | 2,83% | 13890 hab |
| actuelle | | 15531 hab |
| 2015 | | 17856 hab |
| 2023 | 2,48% | 21722 hab |
| 2030 | 2,05% | 25037 hab |

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 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

Donc pour le calcul des besoins domestiques on prend pour la ville d'Ahmer El Ain :

- Pour la dotation actuelle on la prend 150 l/j/hab.
- Pour la dotation à 2030 on la prend 240 l/j/hab.

Source : la DHW de Tipaza.

2.3 Évaluation des Besoins

2.3.1 Évaluation des Besoins domestiques

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule :

$$Q = \frac{D \times N}{365} \quad (/)$$

Avec :

Q ; Consommation moyenne journalière (m³ /j)

D : Dotation journalière (l/j/hab).

N : Nombre de consommateurs. (hab)

Tableau 09 : Les besoins domestiques pour l'horizon actuel et 2030

| horizon | Nombre de population | Besoin domestique (m ³ /j) |
|----------|----------------------|---------------------------------------|
| actuelle | 15531 hab | 2329,65 |
| 2030 | 25037 hab | 6009 |

2.3.2 Besoins d'équipements actuels

D'après les données collectées de la D.H.W de la wilaya de Tipaza, la ville d'Ahmer El Ain dispose des équipements suivants qui sont représentés dans les tableaux suivants:

❖ Besoins administratifs actuels

Les besoins administratifs actuels de la ville d'Ahmer El Ain, des sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Les besoins des équipements administratifs actuels

| Equipements | Nombre | Effectifs (empl.) | Dotation (l/j/empl.) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|----------------|--------|-------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Daïra | 1 | 150 | 15 | 2,25 |
| APC | 1 | 50 | 15 | 0,75 |
| Gendarmerie | 1 | 20 | 15 | 0,3 |
| PTT | 1 | 10 | 15 | 0,15 |
| BADR | 1 | 10 | 15 | 0,15 |
| antenne CNAS | 1 | 10 | 15 | 0,15 |
| ONID | 1 | 20 | 15 | 0,3 |
| Garde communal | 1 | 15 | 15 | 0,225 |
| TOTAL | | | | 4,275 |

❖ **Besoins scolaires actuels****Tableau 11** : Les besoins des équipements scolaires actuels

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/élève.) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|-----------|-----------------------|---------------------------------------|
| Ecole | 7 | 1958 | 10 | 19,58 |
| CEM | 3 | 1654 | 10 | 16,54 |
| Lycée | 1 | 860 | 10 | 8,6 |
| Ecole coranique | 1 | 400 | 50 | 20 |
| CFPA | 1 | 450 | 50 | 22,5 |
| Crèche | 1 | 300 | 10 | 3 |
| TOTAL | | | | 90,22 |

❖ **Besoins sanitaires actuels****Tableau 12** : Les besoins des équipements sanitaires actuels

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/lit.) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|------------------|--------|-----------|---------------------|---------------------------------------|
| Annexe sanitaire | 1 | 25 | 400 | 10 |
| Polyclinique | 1 | 20 | 400 | 8 |
| Annexe de santé | 1 | 20 | 400 | 8 |
| TOTAL | | | | 26 |

❖ **Besoins commerciaux actuels****Tableau 13** : Les besoins des équipements commerciaux actuels

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (m ³) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|----------------------|--------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Hamam | 1 | - | 160 | 160 |
| Coopérative Agricole | 1 | - | 16 | 16 |
| Station de service | 1 | - | 12 | 12 |
| Marché couvert | 1 | - | 5 | 5 |
| TOTAL | | | | 193 |

❖ **Besoins culturels et sportifs actuels****Tableau 14** : Les besoins des équipements culturels et sportifs actuels

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/hab.) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|------------------|--------|-----------|------------------------|---|
| Mosquées | 1 | 800 | 10 | 8 |
| Maison de jeunes | 2 | 500 | 10 | 5 |
| salle de fête | 1 | 500 | 10 | 5 |
| placette | 1 | - | - | 4 |
| Stade | 1 | - | - | 20 |
| salle de sport | 1 | - | - | 10 |
| cinéma | 1 | - | - | 7,5 |
| TOTAL | | | | 59,5 |

❖ **Besoins d'arrosage actuels****Tableau 15** : Les besoins d'arrosage actuels

| Equipement | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|----------------|--------|-------------------------|---|
| Parc communal | - | - | - | 5 |
| Jardin publique | m ² | 1200 | 5 | 6 |
| TOTAL | | | | 11 |

2.3.3 Besoins d'équipements courts terme (2015)

Pour les équipements projetés au futur, on put accumuler les équipements qui vont être projeté à court terme jusqu'à 2015.

❖ **Besoins administratifs court terme (2015)****Tableau 16** : Les besoins des équipements administratifs (2015)

| Equipements | Nombre | Effectifs (empl.) | Dotation (l/j/empl.) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|------------------------|--------|----------------------|-------------------------|--|
| existants | | | | 4,275 |
| Antenne administrative | 1 | 30 | 15 | 0,45 |
| Section tribunal | 1 | 30 | 15 | 0,45 |
| Sureté de Daira | 1 | 50 | 15 | 0,75 |
| Agence postale | 1 | 15 | 15 | 0,225 |
| Protection civil | 1 | 30 | 15 | 0,45 |
| Groupement | 1 | 60 | 15 | 0,9 |
| TOTAL | | | | 7,5 |

❖ **Besoins scolaires court terme (2015)**

Les besoins scolaires a cours terme sont représentées dans le tableau 17 ci-dessous.

Tableau 17 : Les besoins des équipements scolaires (2015)

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/élève.) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|---------------------|--------|-----------|--------------------------|--|
| existant | | | | 90,22 |
| Ecole | 3 | 295 | 10 | 2,95 |
| CEM | 1 | 480 | 10 | 4,80 |
| Lycée | 1 | 700 | 10 | 7,00 |
| Crèche | 2 | 450 | 10 | 4,5 |
| Ecole coranique | 1 | 300 | 50 | 15 |
| centre de formation | 1 | 300 | 50 | 15 |
| TOTAL | | | | 139,47 |

❖ **Besoins sanitaires court terme (2015)****Tableau 18** : Les besoins des équipements sanitaires (2015)

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/lit.) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------|--------|-----------|------------------------|--|
| existant | | | | 26 |
| Centre de santé | 3 | 150 | 400 | 60 |
| Salle de soins | 1 | 20 | 400 | 8 |
| TOTAL | | | | 94 |

❖ **Besoins commerciaux court terme (2015)****Tableau 19** : Les besoins des équipements commerciaux (2015)

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (m ³) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|---------------------|--------|-----------|----------------------------|--|
| Existant | | | | 193 |
| Marché hebdomadaire | 1 | - | 5 | 5 |
| Abattoir | 1 | - | 25 | 25 |
| TOTAL | | | | 223 |

❖ **Besoins culturels et sportifs court terme (2015)****Tableau 20** : Les besoins des équipements culturels et sportifs (2015)

| Equipement | Nombre | Effectifs | Dotation (l/j/hab.) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|-----------------------|--------|-----------|------------------------|--|
| Existant | | | | 59,5 |
| Mosquées | 1 | 800 | 10 | 8 |
| Centre socioculturel | 2 | 350 | 10 | 7 |
| Parc de loisir | 1 | 350 | 10 | 4 |
| centre culturel | 1 | 350 | 10 | 4 |
| Bibliothèque Communal | 1 | 300 | 10 | 3 |
| salle polyvalente | 2 | 400 | 10 | 8 |
| Total | | | | 93,5 |

❖ **Besoins d'arrosage court terme (2015)**

Tableau 21 : Les besoins d'arrosage (2015)

| Equipement | Unité | Nombre | Dotation (l/j/unité) | Q _{moy,j} (m ³ /j) |
|----------------------------------|----------------|--------|----------------------|--|
| Existant | | | | 11 |
| Jardin d'enfants | - | - | - | 5 |
| placette, aire de jeu et détente | m ² | 1600 | 5 | 8 |
| Parc de loisir | m ² | - | - | 5 |
| TOTAL | | | | 29 |

2.3.4 Besoins d'équipements à moyen et long terme

Pour le calcul des besoins d'équipements à moyen et à 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 22 : Les besoins d'équipements à moyen et à long terme

| horizon | 2015 | 2023 | 2030 |
|---|--------|--------|--------|
| Besoins d'équipements (m ³ /j) | 586,47 | 645,12 | 709,63 |

2.4 Etude des variations des débits

2.4.1 Variation des débits de consommation dans le temps

Le débit demandé par les différentes catégories des consommateurs est soumis à plusieurs variabilités en raison de l'irrégularité de la consommation dans le temps.

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie de l'agglomération considérée ;
- Variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la ville ;
- Variations journalières qui dépendent du jour de la semaine où la consommation est plus importante au début de la semaine qu'en weekend ;
- Variations horaires qui dépendent du régime de consommation de la population. Elles représentent les variations les plus importantes.

2.4.2 Coefficient d'irrégularité

2.4.2.1 Coefficient d'irrégularité maximale (K_{max,j})

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

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

Ce coefficient $K_{max,j}$ varie entre **1.1** et **1.3**, il consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau en majorant la consommation moyenne de 10% à 30%.

2.4.2.2 Coefficient d’irrégularité minimale ($K_{min,j}$)

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

$$K_{min,j} = \frac{C_{min}}{C_{moy}}$$

Ce coefficient $K_{min,j}$ varie de **0,7** à **0,9**.

2.4.2.3 Coefficient maximum horaire ($K_{max,h}$)

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

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

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

Avec :

α_{max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l’agglomération et de régime du travail, varie de **1,2** à **1,5** 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 suivant nous donne Sa variation en fonction du nombre d’habitants.

Tableau 23 : variation du coefficient β_{max}

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

2.4.2.4 Coefficient minimum horaire ($K_{min,h}$)

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire qui nous permet d’évaluer le fonctionnement de notre réseau du point de vue pression dans le réseau:

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

Avec :

α_{min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l’agglomération et du régime de travail. Il 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 suivant donne sa variation en fonction du nombre d’habitants.

Tableau 24 : variation du coefficient β_{min}

| Habitant | <1000 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | 10000 | 20000 | 50000 |
|---------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| β_{min} | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |

2.4.3 Détermination des débits journaliers

2.4.3.1 Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$)

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

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

➤ $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité minimal journalière ,

2.4.3.2 Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisée comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction. Il nous permet de dimensionner le réservoir et les équipements de la station de pompage.

Ce débit est donné par la relation suivante :

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

Avec :

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

2.4.4 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.

2.4.4.1 Débit moyen horaire ($Q_{moy,h}$)

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24}$$

Avec :

- $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;
- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;

2.4.4.2 Détermination du débit maximum horaire ($Q_{max,h}$)

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

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

Avec :

- $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;
- $K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

2.5 Récapitulation des résultats trouvés

2.5.1 Les débits moyens trouvés

Tableau 25 : débits moyens journalier actuel et au 2030

| horizon | Besoins domestique (m^3/j) | Besoins d'équipements (m^3/j) | Besoins moyen journalier (m^3/j) |
|----------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| actuelle | 2329,65 | 384 | 2713,65 |
| 2030 | 6009 | 709,63 | 6718,63 |

2.5.2 Le débit maximal et minimal journaliers

Tableau 26 : débits (max et min) journalier actuel et au 2030

| horizon | $K_{max,j}$ | $K_{min,j}$ | $Q_{max,j}$ (m^3/j) | $Q_{min,j}$ (m^3/j) |
|----------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| actuelle | 1,3 | 0,9 | 3527,75 | 2442,29 |
| 2030 | 1,3 | 0,9 | 8734,22 | 6046,77 |

2.5.3 Le débit maximal et minimal horaires

Tableau 27 : débits (max et min) horaire actuel et au 2030

| 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) |
|----------|-------------|----------------|---------------|-------------|----------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| actuelle | 147 | 1,4 | 1,24 | 1,736 | 0,5 | 0,455 | 0,228 | 255,19 | 33,52 |
| 2030 | 363,93 | 1,4 | 1,191 | 1,667 | 0,5 | 0,517 | 0,259 | 606,67 | 94,26 |

2.6 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants

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 :

Remarque

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

Pour notre cas on a tous les variantes (actuelle et au 2030) se trouve dans l'intervalle de 10001 à 50000 habitants donc d'après le tableau si dessous :

Tableau 28 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

| Heures (h) | Nombre d'habitants | | | | |
|---------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------------------------|
| | Moins de 10000 | 10001à 50000 | 50001à 100000 | Plus de 100000 | Agglomération de type rurale |
| 0-1 | 1.00 | 1.5 | 03 | 3.35 | 0.75 |
| 1-2 | 1.00 | 1.5 | 3.2 | 3.25 | 0.75 |
| 2-3 | 1.00 | 1.5 | 2.5 | 3.3 | 01 |
| 3-4 | 1.00 | 1.5 | 2.6 | 3.2 | 01 |
| 4-5 | 2.00 | 2.5 | 3.5 | 3.25 | 03 |
| 5-6 | 3.00 | 3.5 | 4.1 | 3.4 | 5.5 |
| 6-7 | 5.00 | 4.5 | 4.5 | 3.85 | 5.5 |
| 7-8 | 6.50 | 5.5 | 4.9 | 4.45 | 5.5 |
| 8-9 | 6.50 | 6.25 | 4.9 | 5.2 | 3.5 |
| 9-10 | 5.50 | 6.25 | 4.6 | 5.05 | 3.5 |
| 10-11 | 4.50 | 6.25 | 4.8 | 4.85 | 06 |
| 11-12 | 5.50 | 6.25 | 4.7 | 4.6 | 8.5 |
| 12-13 | 7.00 | 5.00 | 4.4 | 4.6 | 8.5 |
| 13-14 | 7.00 | 5.00 | 4.1 | 4.55 | 06 |
| 14-15 | 5.50 | 5.50 | 4.2 | 4.75 | 05 |
| 15-16 | 4.50 | 6.00 | 4.4 | 4.7 | 05 |
| 16-17 | 5.00 | 6.00 | 4.3 | 4.65 | 3.5 |
| 17-18 | 6.50 | 5.50 | 4.1 | 4.35 | 3.5 |
| 18-19 | 6.50 | 5.00 | 4.5 | 4.4 | 06 |
| 19-20 | 5.00 | 4.50 | 4.5 | 4.3 | 06 |
| 20-21 | 4.50 | 4.00 | 4.5 | 4.3 | 06 |
| 21-22 | 3.00 | 3.00 | 4.8 | 3.75 | 03 |
| 22-23 | 2.00 | 2.00 | 4.6 | 3.75 | 02 |
| 23-24 | 1,00 | 1.50 | 3.3 | 3.7 | 01 |

Tableau 29 : la répartition des débits horaire :

| heures | horizon actuel | | | | horizon 2030 | | | |
|--------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | $Q_{\max,j}=3527,75 \text{ m}^3/\text{j}$ | | courbe de consommation cumulée | | $Q_{\max,j}=8734,22 \text{ m}^3/\text{j}$ | | courbe de consommation cumulée | |
| (h) | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h | % | m^3/h |
| 0-1 | 1,5 | 52,916 | 1,5 | 52,916 | 1,5 | 131,013 | 1,5 | 131,013 |
| 1-2 | 1,5 | 52,916 | 3 | 105,833 | 1,5 | 131,013 | 3 | 262,027 |
| 2-3 | 1,5 | 52,916 | 4,5 | 158,749 | 1,5 | 131,013 | 4,5 | 393,040 |
| 3-4 | 1,5 | 52,916 | 6 | 211,665 | 1,5 | 131,013 | 6 | 524,053 |
| 4-5 | 2,5 | 88,194 | 8,5 | 299,859 | 2,5 | 218,356 | 8,5 | 742,409 |
| 5-6 | 3,5 | 123,471 | 12 | 423,330 | 3,5 | 305,698 | 12 | 1048,106 |
| 6-7 | 4,5 | 158,749 | 16,5 | 582,079 | 4,5 | 393,040 | 16,5 | 1441,146 |
| 7-8 | 5,5 | 194,026 | 22 | 776,105 | 5,5 | 480,382 | 22 | 1921,528 |
| 8-9 | 6,25 | 220,484 | 28,25 | 996,589 | 6,25 | 545,889 | 28,25 | 2467,417 |
| 9-10 | 6,25 | 220,484 | 34,5 | 1217,074 | 6,25 | 545,889 | 34,5 | 3013,306 |
| 10-11 | 6,25 | 220,484 | 40,75 | 1437,558 | 6,25 | 545,889 | 40,75 | 3559,195 |
| 11-12 | 6,25 | 220,484 | 47 | 1658,043 | 6,25 | 545,889 | 47 | 4105,083 |
| 12-13 | 5 | 176,388 | 52 | 1834,430 | 5 | 436,711 | 52 | 4541,794 |
| 13-14 | 5 | 176,388 | 57 | 2010,818 | 5 | 436,711 | 57 | 4978,505 |
| 14-15 | 5,5 | 194,026 | 62,5 | 2204,844 | 5,5 | 480,382 | 62,5 | 5458,888 |
| 15-16 | 6 | 211,665 | 68,5 | 2416,509 | 6 | 524,053 | 68,5 | 5982,941 |
| 16-17 | 6 | 211,665 | 74,5 | 2628,174 | 6 | 524,053 | 74,5 | 6506,994 |
| 17-18 | 5,5 | 194,026 | 80 | 2822,200 | 5,5 | 480,382 | 80 | 6987,376 |
| 18-19 | 5 | 176,388 | 85 | 2998,588 | 5 | 436,711 | 85 | 7424,087 |
| 19-20 | 4,5 | 158,749 | 89,5 | 3157,336 | 4,5 | 393,040 | 89,5 | 7817,127 |
| 20-21 | 4 | 141,110 | 93,5 | 3298,446 | 4 | 349,369 | 93,5 | 8166,496 |
| 21-22 | 3 | 105,833 | 96,5 | 3404,279 | 3 | 262,027 | 96,5 | 8428,522 |
| 22-23 | 2 | 70,555 | 98,5 | 3474,834 | 2 | 174,684 | 98,5 | 8603,207 |
| 23-24 | 1,5 | 52,916 | 100 | 3527,750 | 1,5 | 131,013 | 100 | 8734,220 |

2.7 Détermination des graphiques de consommation actuelle

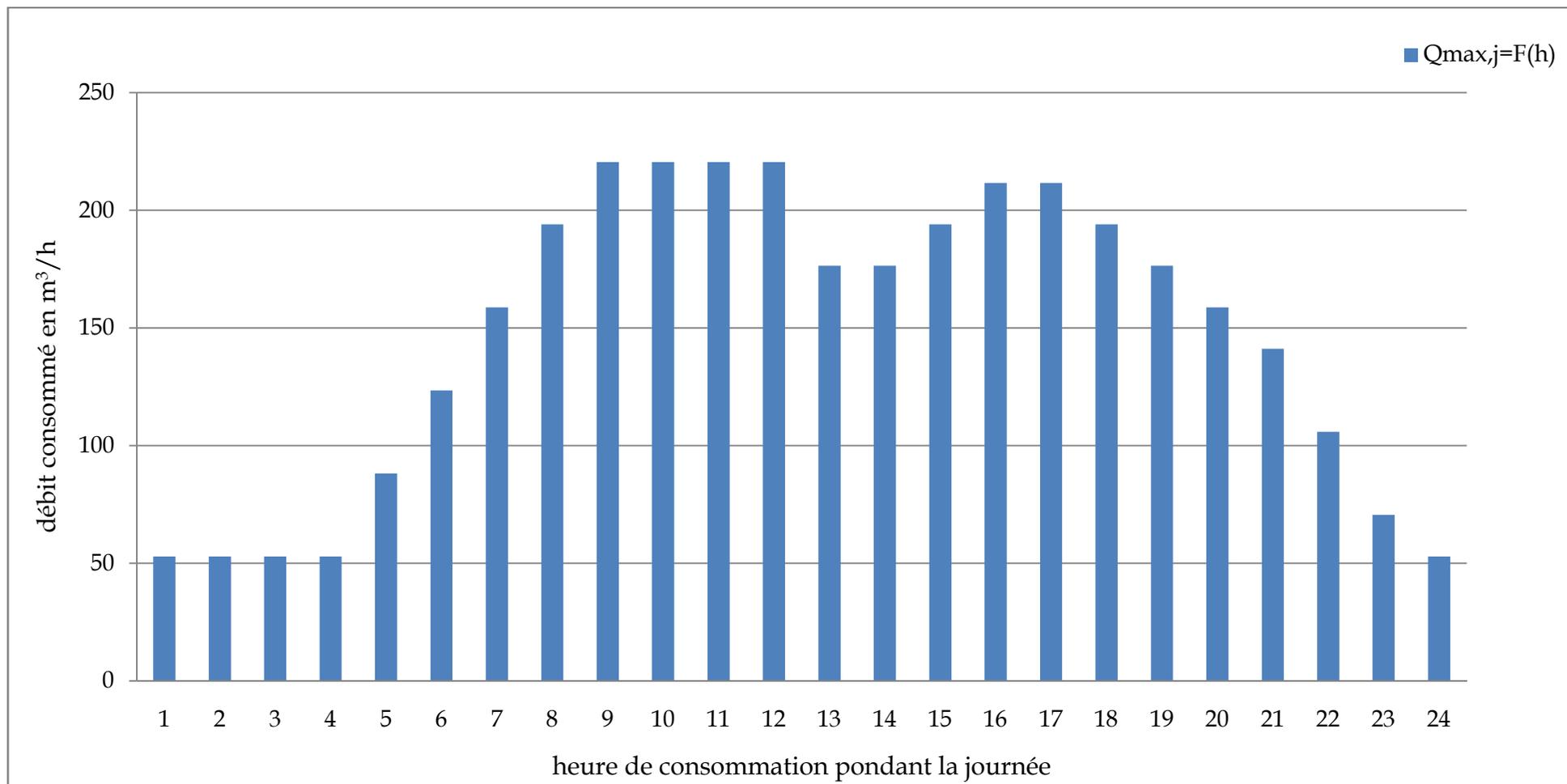


Figure 23 : diagramme à barres représente la consommation actuelle

2.7.1 Graphique de consommation actuelle

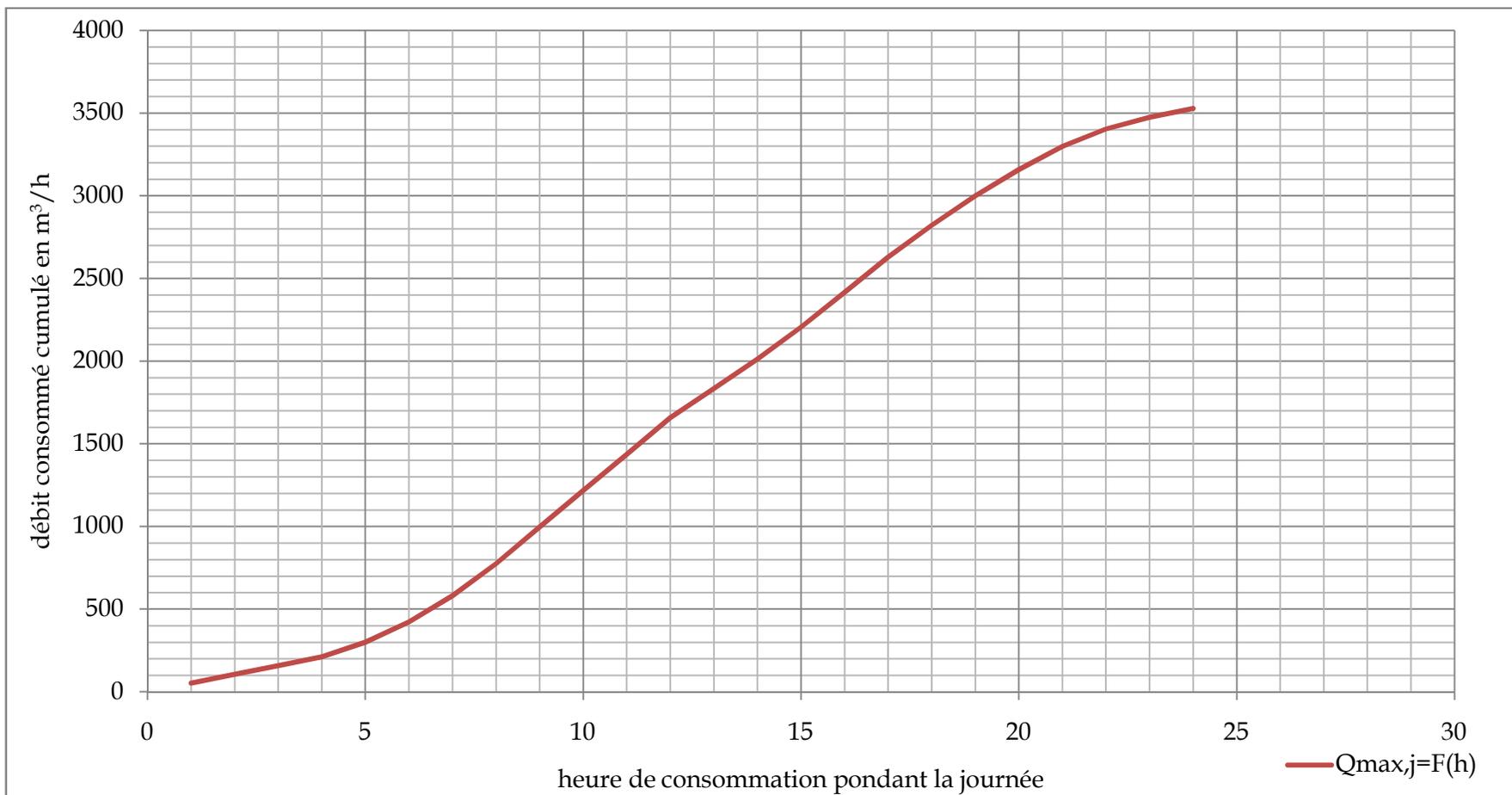


Figure 24 : graphique de consommation actuelle

2.8 Détermination des graphiques de consommation en 2030

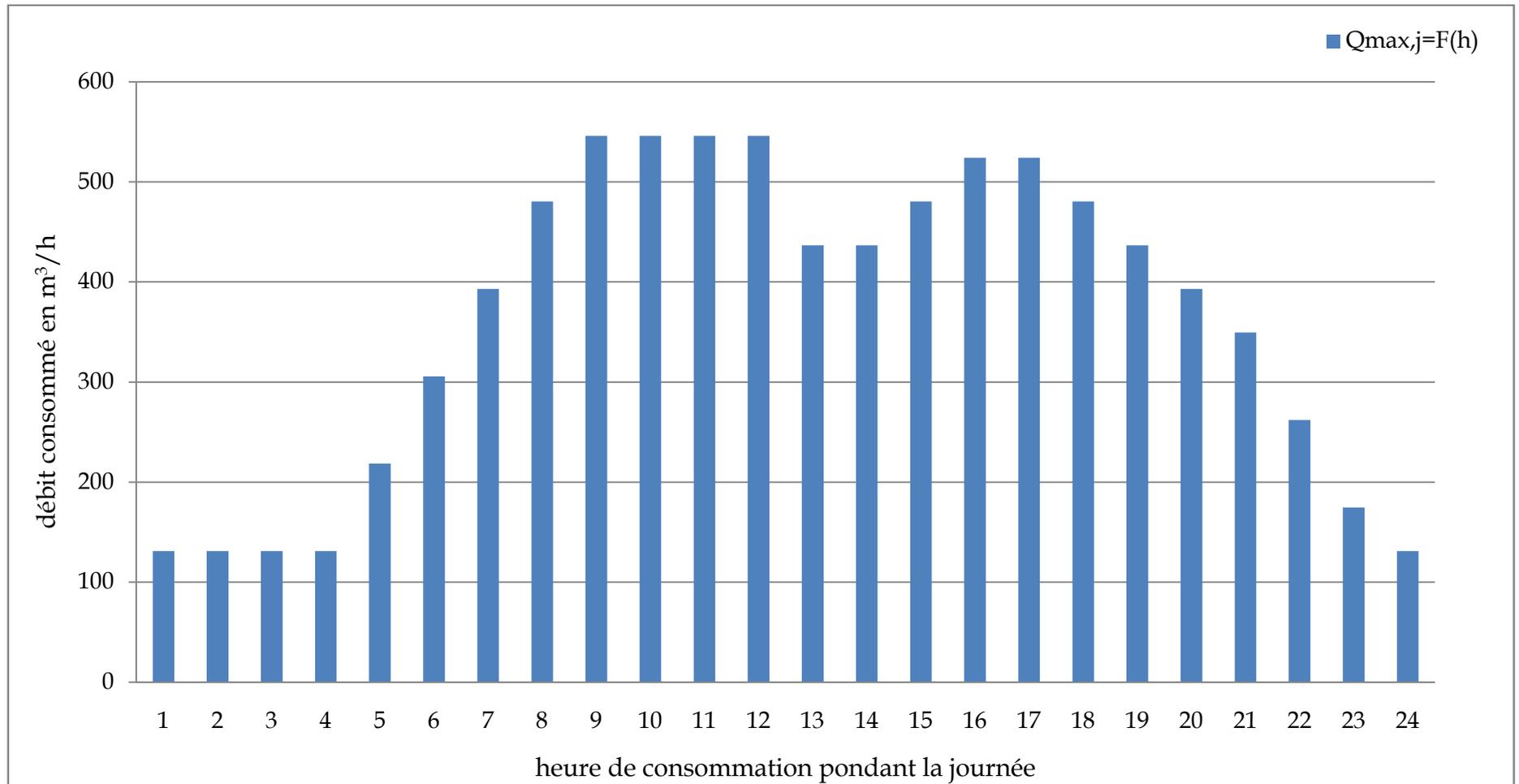


Figure 25 : diagramme à barres représente la consommation en 2030

2.8.1 Graphique de consommation en 2030

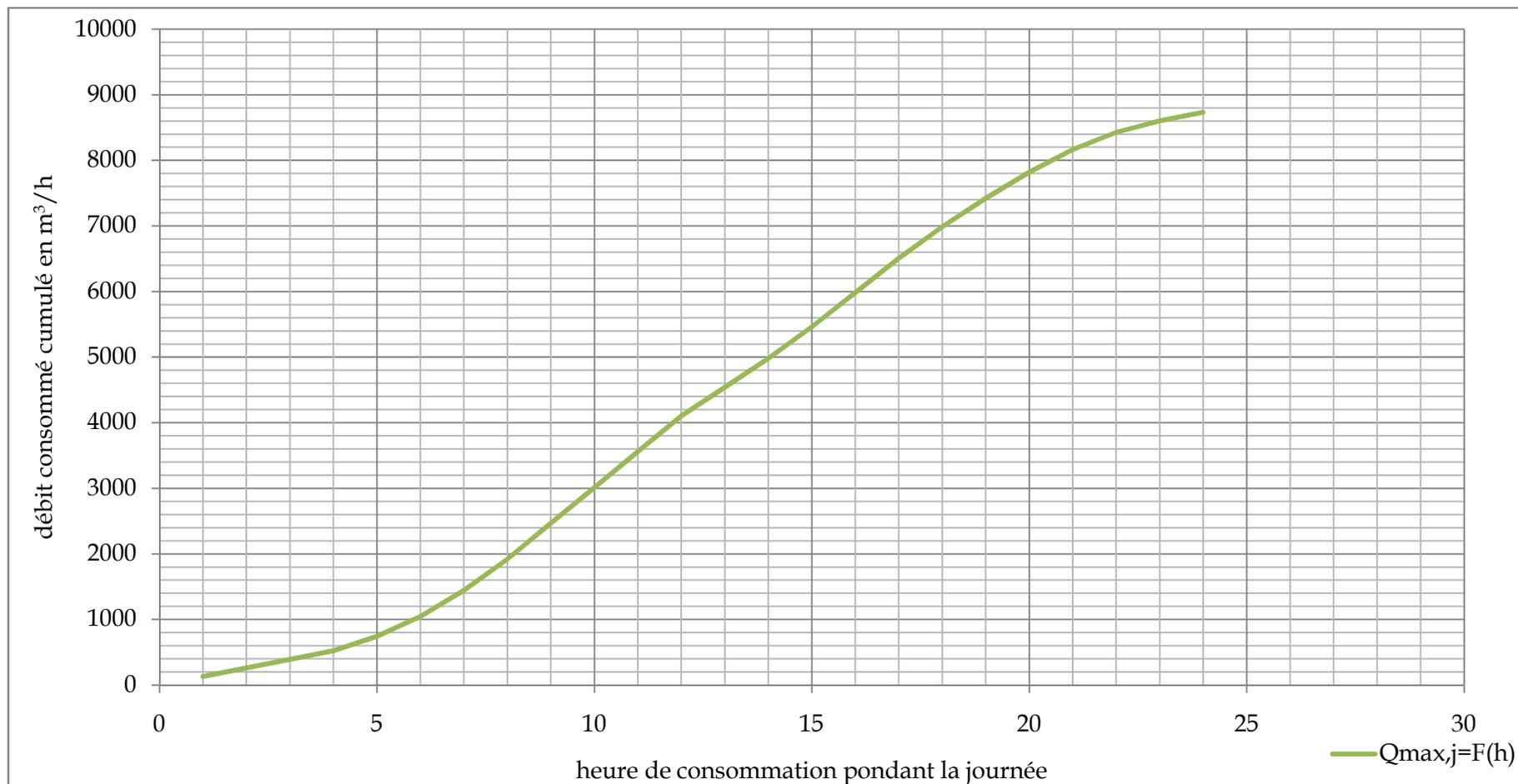


Figure 26 : graphique de consommation en 2030

3. balance ressource/besoins

Nous avons dressé précédemment le calcul des débits maximum journaliers pour l'horizon actuel et 2030, ainsi que l'évolution de la ressource actuelle. Par la suite nous allons conclure sur l'état de satisfaction en besoins en eau.

On a la station de pompage situé Brahim Ben Omar alimente la commune d'Ahmer El Ain et Bourkika à partir du champ captant de la Mitidja ouest et la station monobloc. Cette alimentation se fait à travers une conduite amiante ciment de diamètre 400 mm jusqu'à Ahmer El Ain puis avec une de diamètre 300 mm jusqu'à Bourkika. Pour obtenir le quota attribué à Ahmer El Ain, nous allons soustraire le quota attribué à Bourkika et les autres communes de la production totale de la station de pompage.

Tableau 30 : Volume transféré de la station de pompage vers Bourkika.

| | 2006 (m ³) | 2006 (m ³ /j) | 2007 (m ³) | 2007 (m ³ /j) | 2008 (m ³) | 2008 (m ³ /j) |
|-----------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| janvier | 0 | 0 | 12021 | 387,77 | 21175 | 683,06 |
| Février | 0 | 0 | 9000 | 310,34 | 16839 | 580,66 |
| Mars | 0 | 0 | 14244 | 459,48 | 15700 | 506,45 |
| Avril | 0 | 0 | 10000 | 333,33 | 13215 | 440,5 |
| Mai | 0 | 0 | 12000 | 387,1 | 20680 | 667,1 |
| Juin | 0 | 0 | 13000 | 433,33 | 34595 | 1115,97 |
| Juillet | 4223 | 136,23 | 23406 | 755,03 | 39500 | 1274,19 |
| Aout | 6000 | 193,55 | 20000 | 645,16 | 10450 | 337,1 |
| Septembre | 24800 | 826,67 | 15000 | 500 | 38109 | 1270,3 |
| Octobre | 24800 | 800 | 16000 | 516,13 | 28500 | 919,35 |
| Novembre | 40000 | 1333,33 | 23250 | 775 | 27244 | 908,13 |
| décembre | 10000 | 322,58 | 20189 | 651,26 | 41475 | 1337,9 |
| TOTAL | | 602,06 | | 512,83 | | 836,73 |

Tableau 31 : les ressources en eau actuelle d'Ahmer El Ain.

| Source | Débits (l/s) | Débits (m ³ /j) |
|---|--------------|----------------------------|
| Les forages | 59,43 | 5134,75 |
| La station monobloc | - | 4500 |
| total | - | 9634,75 |
| Quota Bourkika | - | 800 |
| Quota vers les autres communes d'Ahmer El Ain | - | 3745,12 |
| Quota vers Ahmer El Ain | | 5089,63 |

Nous signalons que trois forages de capacité 60 l/s situés à Ahmer El Ain et Attatba ont été réalisés et vont alimenter éventuellement Ahmer El Ain dans un futur proche, donc la ressource d'Ahmer El Ain sera augmentée de 5184 m³/j.

Donc les ressources qui vont vers Ahmer El Ain au futur seront 13018,75 m³/j.

Tableau 32 : diagnostic des ressources d’Ahmer El Ain

| | actuel | 2030 |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Consommation journalière (m³/j) | 3527,75 | 8734,22 |
| Ressource disponible (m³/s) | 5089,63 | 9125,13 |
| Déficit (m³/j) | Pas de déficit | Pas de déficit |

4. 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.

4.1 Cas de pointe

4.1.1 Débit en route

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

$$= - \Sigma$$

Avec : $Q = Q = 0$ pas d’industrie dans le périmètre d’étude.

Donc : $Q_{rte} = Q_{pte} = 61,25$ l/s

4.1.2 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 :

$$= \frac{61,25}{\Sigma} = \frac{61,25}{12442,544} = , \quad (/ /)$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

ΣL_i : Somme des longueurs du réseau de distribution.

4.1.3 Le débit route pour chaque tronçon

$$= \times$$

l_i : la longueur du tronçon i

4.1.4 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 :

$$= , \times + / .$$

Q_{ni} = débit en nœud.

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

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

Tableau 33 : Les débits au nœud du réseau de distribution

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q_{sp} l/s/ml | Q_{rte} l/s | $0.5 \sum Q_{rte}$ l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|-----|------------|--------------------|------------------|---------------------------|---|---|---|-------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|---|---------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|---|---------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|----|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---------|--------|---|---|---|---------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|---|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|----|--------|--------|----|----|---|--------|--------|--------|----|----|---------|--------|----|----|---------|--------|----|----|----|---------|--------|--------|----|----|---------|--------|----|----|---------|--------|----|----|----|---------|--------|--------|----|----|------|--------|----|----|--------|--------|----|----|
| | du | au | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 9,144 | 0,0049223 | 0,0450 | 2,0461 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 17' | 822,198 | | 4,0471 | | 2 | 2 | 1 | 9,144 | 0,0450 | 1,4321 | 2 | 3 | 89,916 | 0,4426 | 2 | 79 | 188,824 | 0,9294 | 2 | 24 | 293,98 | 1,4471 | 3 | 3 | 2 | 89,916 | 0,4426 | 1,4512 | 3 | 4 | 217,627 | 1,0712 | 3 | 7 | 74,981 | 0,3691 | 3 | 24 | 207,112 | 1,0195 | 4 | 4 | 3 | 217,627 | 1,0712 | 1,0187 | 4 | 6 | 75,133 | 0,3698 | 4 | 79 | 121,158 | 0,5964 | 5 | 5 | 38 | 64,008 | 0,3151 | 0,7367 | 5 | 37 | 31,699 | 0,1560 | 5 | 40 | 203,606 | 1,0022 | 6 | 6 | 4 | 75,133 | 0,3698 | 0,8874 | 6 | 95 | 67,056 | 0,3301 | 6 | 7 | 218,389 | 1,0750 | 7 | 7 | 6 | 218,389 | 1,0750 | 0,7498 | 7 | 3 | 74,981 | 0,3691 | 7 | 8 | 11,278 | 0,0555 | 8 | 8 | 7 | 11,278 | 0,0555 | 0,7018 | 8 | 9 | 78,943 | 0,3886 | 8 | 23 | 194,92 | 0,9595 | 9 | 9 | 8 | 78,943 | 0,3886 | 0,4767 | 9 | 10 | 18,745 | 0,0923 | 9 | 21 | 96,012 | 0,4726 | 10 | 10 | 9 | 18,745 | 0,0923 | 0,6395 | 10 | 11 | 105,461 | 0,5191 | 10 | 17 | 135,636 | 0,6676 | 11 | 11 | 10 | 105,461 | 0,5191 | 0,8496 | 11 | 12 | 104,394 | 0,5139 | 11 | 15 | 135,331 | 0,6661 | 12 | 12 | 11 | 104,394 | 0,5139 | 0,8132 | 12 | 13 | 79,4 | 0,3908 | 12 | 95 | 11,582 | 0,0570 | 12 | 14 |
| 2 | 2 | 1 | 9,144 | | 0,0450 | 1,4321 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 89,916 | | 0,4426 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 79 | 188,824 | | 0,9294 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 24 | 293,98 | | 1,4471 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 2 | 89,916 | | 0,4426 | 1,4512 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 217,627 | | 1,0712 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 7 | 74,981 | | 0,3691 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 24 | 207,112 | | 1,0195 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | 3 | 217,627 | | 1,0712 | 1,0187 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 6 | 75,133 | | 0,3698 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 79 | 121,158 | | 0,5964 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5 | 38 | 64,008 | | 0,3151 | 0,7367 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 37 | 31,699 | | 0,1560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 40 | 203,606 | | 1,0022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | 4 | 75,133 | | 0,3698 | 0,8874 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 95 | 67,056 | | 0,3301 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 7 | 218,389 | | 1,0750 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 7 | 6 | 218,389 | | 1,0750 | 0,7498 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 3 | 74,981 | | 0,3691 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 8 | 11,278 | | 0,0555 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8 | 7 | 11,278 | | 0,0555 | 0,7018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 9 | 78,943 | | 0,3886 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 23 | 194,92 | 0,9595 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9 | 8 | 78,943 | 0,3886 | 0,4767 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 10 | 18,745 | 0,0923 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 21 | 96,012 | 0,4726 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10 | 9 | 18,745 | 0,0923 | 0,6395 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 11 | 105,461 | 0,5191 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 17 | 135,636 | 0,6676 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 11 | 10 | 105,461 | 0,5191 | 0,8496 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | 12 | 104,394 | 0,5139 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | 15 | 135,331 | 0,6661 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12 | 11 | 104,394 | 0,5139 | 0,8132 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 13 | 79,4 | 0,3908 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 95 | 11,582 | 0,0570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 14 | 135,026 | 0,6646 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _{rte} l/s | 0.5∑Q _{rte} l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | du | au | | | | |
| 13 | 13 | 12 | 79,4 | 0,0049223 | 0,3908 | 0,1954 |
| 14 | 14 | 12 | 135,026 | | 0,6646 | 0,6373 |
| | 14 | 67 | 19,05 | | 0,0938 | |
| | 14 | 15 | 104,851 | | 0,5161 | |
| 15 | 14 | 15 | 104,851 | | 0,5161 | 1,2625 |
| | 15 | 11 | 135,331 | | 0,6661 | |
| | 15 | 16 | 167,183 | | 0,8229 | |
| | 15 | 17 | 105,613 | | 0,5199 | |
| 16 | 16 | 15 | 167,183 | | 0,8229 | 0,4115 |
| 17 | 17 | 15 | 105,613 | | 0,5199 | 0,8874 |
| | 17 | 18 | 115,519 | | 0,5686 | |
| | 17 | 17' | 3,81 | | 0,0188 | |
| | 17 | 10 | 135,636 | | 0,6676 | |
| 18 | 18 | 17 | 115,519 | | 0,5686 | 0,8604 |
| | 18 | 19 | 97,993 | | 0,4824 | |
| | 18 | 21 | 136,093 | | 0,6699 | |
| 19 | 19 | 18 | 97,993 | | 0,4824 | 1,0701 |
| | 19 | 99 | 200,406 | | 0,9865 | |
| | 19 | 20 | 136,398 | | 0,6714 | |
| 20 | 20 | 19 | 136,398 | | 0,6714 | 0,9715 |
| | 20 | 23 | 79,248 | | 0,3901 | |
| | 20 | 21 | 99,06 | | 0,4876 | |
| | 20 | 22 | 80,01 | | 0,3938 | |
| 21 | 21 | 20 | 99,06 | | 0,4876 | 0,8150 |
| | 21 | 18 | 136,093 | | 0,6699 | |
| | 21 | 9 | 96,012 | | 0,4726 | |
| 22 | 22 | 20 | 80,01 | 0,3938 | 0,1969 | |
| 23 | 23 | 20 | 79,248 | 0,3901 | 0,8597 | |
| | 23 | 24 | 75,133 | 0,3698 | | |
| | 23 | 8 | 194,92 | 0,9595 | | |
| 24 | 24 | 2 | 293,98 | 1,4471 | 1,4182 | |
| | 24 | 3 | 207,112 | 1,0195 | | |
| | 24 | 23 | 75,133 | 0,3698 | | |
| 25 | 25 | 26 | 55,778 | 0,2746 | 0,3807 | |
| | 25 | 32 | 25,908 | 0,1275 | | |
| | 25 | 102 | 73 | 0,3593 | | |
| 26 | 25 | 26 | 55,778 | 0,2746 | 1,1800 | |
| | 31 | 26 | 25,603 | 0,1260 | | |
| | 26 | 27 | 398,069 | 1,9594 | | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} | Q _{rte} | 0.5∑Q _{rte} |
|------------|---------|-----|---------------|-----------------|------------------|----------------------|
| | du | au | | l/s/ml | l/s | l/s |
| 27 | 27 | 26 | 398,069 | 0,0049223 | 1,9594 | 1,7711 |
| | 27 | 28 | 158,344 | | 0,7794 | |
| | 27 | 36 | 163,22 | | 0,8034 | |
| 28 | 28 | 27 | 158,344 | | 0,7794 | 0,6241 |
| | 28 | 29 | 39,929 | | 0,1965 | |
| | 28 | 35 | 55,321 | | 0,2723 | |
| 29 | 29 | 28 | 39,929 | | 0,1965 | 0,3334 |
| | 29 | 30 | 40,081 | | 0,1973 | |
| | 29 | 34 | 55,474 | | 0,2731 | |
| 30 | 30 | 29 | 40,081 | | 0,1973 | 0,2892 |
| | 30 | 31 | 21,946 | | 0,1080 | |
| | 30 | 33 | 55,474 | | 0,2731 | |
| 31 | 31 | 30 | 21,946 | | 0,1080 | 0,2536 |
| | 31 | 32 | 55,474 | | 0,2731 | |
| | 31 | 26 | 25,603 | | 0,1260 | |
| 32 | 32 | 31 | 55,474 | | 0,2731 | 0,2539 |
| | 32 | 25 | 25,908 | | 0,1275 | |
| | 32 | 33 | 21,793 | | 0,1073 | |
| 33 | 33 | 32 | 21,793 | | 0,1073 | 0,2888 |
| | 33 | 30 | 55,474 | | 0,2731 | |
| | 33 | 34 | 40,081 | | 0,1973 | |
| 34 | 34 | 33 | 40,081 | 0,1973 | 0,3331 | |
| | 34 | 29 | 55,474 | 0,2731 | | |
| | 34 | 35 | 39,776 | 0,1958 | | |
| 35 | 35 | 28 | 55,321 | 0,2723 | 0,3586 | |
| | 35 | 34 | 39,776 | 0,1958 | | |
| | 35 | 36 | 50,597 | 0,2491 | | |
| 36 | 36 | 27 | 163,22 | 0,8034 | 0,8274 | |
| | 36 | 35 | 50,597 | 0,2491 | | |
| | 36 | 79 | 122,377 | 0,6024 | | |
| 37 | 37 | 5 | 31,699 | 0,1560 | 0,0780 | |
| 38 | 38 | 83 | 425,501 | 2,0944 | 1,5359 | |
| | 38 | 5 | 64,008 | 0,3151 | | |
| | 38 | 43 | 134,569 | 0,6624 | | |
| 39 | 39 | 84 | 63,398 | 0,3121 | 2,0040 | |
| | 39 | 83 | 750,875 | 3,6960 | | |
| 40 | 40 | 5 | 203,606 | 1,0022 | 0,8000 | |
| | 40 | 41 | 99,67 | 0,4906 | | |
| | 40 | 59 | 21,793 | 0,1073 | | |
| 41 | 41 | 40 | 99,67 | 0,4906 | 1,0810 | |
| | 41 | 82 | 63,246 | 0,3113 | | |
| | 41 | 101 | 276,301 | 1,3600 | | |
| 43 | 43 | 42 | 71,628 | 0,3526 | 0,6253 | |
| | 43 | 44 | 47,854 | 0,2356 | | |
| | 43 | 38 | 134,569 | 0,6624 | | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _{rte} l/s | 0.5∑Q _{rte} l/s |
|------------|---------|----|---------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | du | au | | | | |
| 42 | 42 | 43 | 71,628 | 0,0049223 | 0,3526 | 0,6763 |
| | 42 | 45 | 35,966 | | 0,1770 | |
| | 42 | 46 | 124,816 | | 0,6144 | |
| | 42 | 59 | 42,367 | | 0,2085 | |
| 44 | 44 | 43 | 47,854 | | 0,2356 | 0,1178 |
| 45 | 45 | 42 | 35,966 | | 0,1770 | 0,7141 |
| | 45 | 46 | 89,002 | | 0,4381 | |
| | 45 | 48 | 37,033 | | 0,1823 | |
| | 45 | 62 | 128,168 | | 0,6309 | |
| 46 | 46 | 45 | 89,002 | | 0,4381 | 0,6181 |
| | 46 | 42 | 124,816 | | 0,6144 | |
| | 46 | 47 | 37,338 | | 0,1838 | |
| 47 | 47 | 46 | 37,338 | | 0,1838 | 0,4028 |
| | 47 | 48 | 88,392 | | 0,4351 | |
| | 47 | 50 | 37,948 | | 0,1868 | |
| 48 | 48 | 47 | 88,392 | | 0,4351 | 0,4066 |
| | 48 | 45 | 37,033 | | 0,1823 | |
| | 48 | 49 | 39,776 | | 0,1958 | |
| 49 | 49 | 48 | 39,776 | | 0,1958 | 0,5015 |
| | 49 | 50 | 87,63 | | 0,4313 | |
| | 49 | 52 | 26,213 | 0,1290 | | |
| | 49 | 62 | 50,14 | 0,2468 | | |
| 50 | 50 | 49 | 87,63 | 0,4313 | 0,3792 | |
| | 50 | 47 | 37,948 | 0,1868 | | |
| | 50 | 51 | 28,499 | 0,1403 | | |
| 51 | 51 | 50 | 28,499 | 0,1403 | 0,3800 | |
| | 51 | 52 | 86,868 | 0,4276 | | |
| | 51 | 58 | 39,014 | 0,1920 | | |
| 52 | 52 | 51 | 86,868 | 0,4276 | 0,3683 | |
| | 52 | 49 | 26,213 | 0,1290 | | |
| | 52 | 53 | 36,576 | 0,1800 | | |
| 53 | 53 | 52 | 36,576 | 0,1800 | 0,5300 | |
| | 53 | 55 | 49,987 | 0,2461 | | |
| | 53 | 57 | 42,062 | 0,2070 | | |
| | 53 | 58 | 86,716 | 0,4268 | | |
| 55 | 55 | 56 | 36,881 | 0,1815 | 0,8143 | |
| | 55 | 57 | 184,861 | 0,9099 | | |
| | 55 | 53 | 49,987 | 0,2461 | | |
| | 55 | 62 | 59,131 | 0,2911 | | |
| 56 | 56 | 55 | 36,881 | 0,1815 | 0,0908 | |
| 57 | 57 | 53 | 42,062 | 0,2070 | 0,5585 | |
| | 57 | 55 | 184,861 | 0,9099 | | |
| 58 | 58 | 51 | 39,014 | 0,1920 | 0,6005 | |
| | 58 | 53 | 86,716 | 0,4268 | | |
| | 58 | 80 | 118,262 | 0,5821 | | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _{rte} l/s | 0.5∑Q _{rte} l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | du | au | | | | |
| 60 | 59 | 60 | 81,991 | 0,0049223 | 0,4036 | 0,2018 |
| 59 | 59 | 40 | 21,793 | | 0,1073 | 0,3597 |
| | 59 | 42 | 42,367 | | 0,2085 | |
| | 59 | 60 | 81,991 | | 0,4036 | |
| 61 | 61 | 82 | 128,016 | | 0,6301 | 0,3151 |
| 62 | 62 | 49 | 50,14 | | 0,2468 | 0,5844 |
| | 62 | 45 | 128,168 | | 0,6309 | |
| | 62 | 55 | 59,131 | | 0,2911 | |
| 63 | 63 | 64 | 92,812 | | 0,4568 | 0,4812 |
| | 63 | 84 | 102,718 | | 0,5056 | |
| 64 | 64 | 63 | 92,812 | | 0,4568 | 0,5270 |
| | 64 | 65 | 89,611 | | 0,4411 | |
| | 64 | 68 | 31,699 | | 0,1560 | |
| 65 | 65 | 64 | 89,611 | | 0,4411 | 0,5161 |
| | 65 | 66 | 30,48 | | 0,1500 | |
| | 65 | 67 | 89,611 | | 0,4411 | |
| 66 | 66 | 65 | 30,48 | | 0,1500 | 0,0750 |
| 67 | 67 | 14 | 19,05 | | 0,0938 | 0,7776 |
| | 67 | 65 | 89,611 | | 0,4411 | |
| | 67 | 100 | 207,264 | | 1,0202 | |
| 68 | 68 | 64 | 31,699 | | 0,1560 | 0,2584 |
| | 68 | 72 | 18,745 | | 0,0923 | |
| | 68 | 69 | 54,559 | | 0,2686 | |
| 69 | 69 | 68 | 54,559 | | 0,2686 | 0,2363 |
| | 69 | 70 | 21,336 | | 0,1050 | |
| | 69 | 71 | 20,117 | | 0,0990 | |
| 70 | 70 | 69 | 21,336 | 0,1050 | 0,0525 | |
| 71 | 71 | 69 | 20,117 | 0,0990 | 0,3841 | |
| | 71 | 72 | 54,864 | 0,2701 | | |
| | 71 | 74 | 81,077 | 0,3991 | | |
| 72 | 72 | 68 | 18,745 | 0,0923 | 0,3800 | |
| | 72 | 71 | 54,864 | 0,2701 | | |
| | 72 | 73 | 80,772 | 0,3976 | | |
| 73 | 73 | 72 | 80,772 | 0,3976 | 0,4257 | |
| | 73 | 74 | 53,95 | 0,2656 | | |
| | 73 | 77 | 38,252 | 0,1883 | | |
| 74 | 74 | 73 | 53,95 | 0,2656 | 0,4208 | |
| | 74 | 71 | 81,077 | 0,3991 | | |
| | 74 | 75 | 35,966 | 0,1770 | | |
| 75 | 75 | 74 | 35,966 | 0,1770 | 0,2693 | |
| | 75 | 76 | 19,355 | 0,0953 | | |
| | 75 | 77 | 54,102 | 0,2663 | | |
| 76 | 76 | 75 | 19,355 | 0,0953 | 0,0476 | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} | Q _{rte} | 0.5∑Q _{rte} |
|------------|---------|-----|---------------|-----------------|------------------|----------------------|
| | du | au | | l/s/ml | l/s | l/s |
| 79 | 79 | 36 | 122,377 | 0,0049223 | 0,6024 | 1,0641 |
| | 79 | 2 | 188,824 | | 0,9294 | |
| | 79 | 4 | 121,158 | | 0,5964 | |
| 80 | 80 | 58 | 118,262 | | 0,5821 | 0,2911 |
| 81 | 81 | 17' | 275,387 | | 1,3555 | 0,6778 |
| 82 | 82 | 41 | 63,246 | | 0,3113 | 0,4707 |
| | 82 | 61 | 128,016 | | 0,6301 | |
| 83 | 83 | 39 | 750,875 | | 3,6960 | 2,8952 |
| | 83 | 38 | 425,501 | | 2,0944 | |
| 84 | 84 | 39 | 63,398 | | 0,3121 | 0,4201 |
| | 84 | 86 | 4,572 | | 0,0225 | |
| | 84 | 63 | 102,718 | | 0,5056 | |
| 85 | 85 | 86 | 7,772 | | 0,0383 | 0,0191 |
| 86 | 86 | 85 | 7,772 | | 0,0383 | 0,1110 |
| | 86 | 87 | 20,269 | | 0,0998 | |
| | 86 | 84 | 4,572 | | 0,0225 | |
| | 86 | 88 | 12,497 | | 0,0615 | |
| 87 | 87 | 86 | 20,269 | | 0,0998 | 0,0499 |
| 88 | 88 | 86 | 12,497 | | 0,0615 | 0,1767 |
| | 88 | 89 | 43,434 | | 0,2138 | |
| | 88 | 90 | 15,85 | | 0,0780 | |
| 89 | 89 | 88 | 43,434 | | 0,2138 | 0,1069 |
| 90 | 90 | 88 | 15,85 | | 0,0780 | 0,2344 |
| | 90 | 91 | 39,776 | 0,1958 | | |
| | 90 | 92 | 39,624 | 0,1950 | | |
| 91 | 91 | 90 | 39,776 | 0,1958 | 0,0979 | |
| 92 | 92 | 90 | 39,624 | 0,1950 | 0,2359 | |
| | 92 | 93 | 34,29 | 0,1688 | | |
| | 92 | 94 | 21,946 | 0,1080 | | |
| 93 | 93 | 92 | 34,29 | 0,1688 | 0,0844 | |
| 94 | 94 | 92 | 21,946 | 0,1080 | 0,0540 | |
| 95 | 95 | 96 | 111,1 | 0,5469 | 0,4670 | |
| | 95 | 6 | 67,056 | 0,3301 | | |
| | 95 | 12 | 11,582 | 0,0570 | | |
| 96 | 96 | 95 | 111,1 | 0,5469 | 0,4310 | |
| | 96 | 98 | 20,726 | 0,1020 | | |
| | 96 | 97 | 43,282 | 0,2130 | | |
| 97 | 97 | 96 | 43,282 | 0,2130 | 0,1065 | |
| 98 | 98 | 96 | 20,726 | 0,1020 | 0,0510 | |
| 99 | 99 | 19 | 200,406 | 0,9865 | 0,4932 | |
| 100 | 100 | 67 | 207,264 | 1,0202 | 0,5101 | |
| 101 | 101 | 41 | 276,301 | 1,3600 | 0,6800 | |
| 102 | 102 | 25 | 73 | 0,3593 | 0,1797 | |

Tableau 33 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q_{sp} l/s/ml | Q_{rte} l/s | $0.5\sum Q_{rte}$ l/s |
|------------|---------|----|---------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| | du | au | | | | |
| 77 | 77 | 75 | 54,102 | | 0,2663 | 0,2798 |
| | 77 | 73 | 38,252 | | 0,1883 | |
| | 77 | 78 | 21,336 | | 0,1050 | |
| 78 | 78 | 77 | 21,336 | | 0,1050 | 0,0525 |
| 17' | 17' | 17 | 3,81 | | 0,0188 | 2,7107 |
| | 17' | 81 | 275,387 | | 1,3555 | |
| | 17' | 1 | 822,198 | 4,0471 | | |

4.2 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 qui est dans notre cas le nœud N°27.

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud N°27 qui devient :

$$Q_{N^{27}} = 1,77 + 17 = 18,18 \text{ (L/S)}$$

Conclusion

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

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

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.

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).

2.1 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 traitements) en réseau;
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations
- Analyses de qualité de l'eau et Sécurité du système.

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 BERNOULLI :

$$- + - + \quad - - + - + \quad =$$

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.

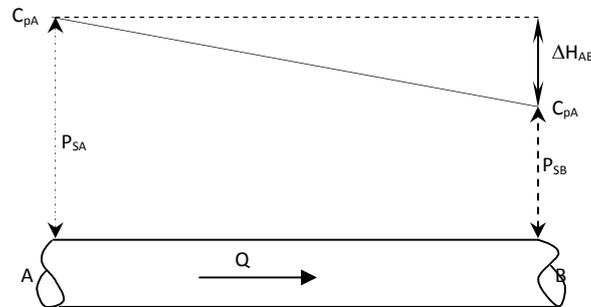


Figure 27 : Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation

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

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_l) selon ces deux chercheurs est donnée par la formule suivante :

$$= \frac{\lambda \cdot L \cdot \gamma \cdot V^2}{2 \cdot D \cdot g} \quad ()$$

Avec :

- L : Longueur de la conduite ;
- D : Diamètre de la conduite ;
- g : accélération de la pesanteur [m/s²] ;
- 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 :

$$= \frac{\alpha \cdot L \cdot \gamma \cdot V^2}{\beta \cdot D^\gamma} \quad ()$$

L : Longueur de la conduite

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

Tableau 34 : Les constantes α, β et γ en fonction de la rugosité absolue ε

| | ε = 2 mm | ε = 1 mm | ε = 0,1 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 :

$$= \frac{C_{HW} \cdot D^{5.33} \cdot \gamma \cdot V^2}{L} \quad ()$$

Avec :

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

Tableau 35 : 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 du laboratoire d'hydraulique urbaine (ENSH)**

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

$$= \frac{\gamma \times V^{\alpha}}{D_{int}^{\beta}}$$

Avec :

D_{int} : diamètre intérieur des conduites.

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

➤ **Pour k= 2 mm :**

$$= 0,025 \frac{V^2}{D_{int}}$$

ν : Viscosité cinématique.

➤ **Pour k= 1 mm :**

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

$$= 0,025 \frac{V^2}{D_{int}}$$

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

$$= 0,025 \frac{V^2}{D_{int}}$$

➤ **Pour K= 0,1 mm :** Pas de régime turbulent rugueux

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

$$= 0,025 \frac{V^2}{D_{int}}$$

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 ente 10% et 15% des pertes de charge linéaire pour les réseaux de distribution.

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

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 :

$$= + \times$$

n: c'est la nombre des étages.

Pour le cas de la ville d'Ahmer El Ain on prend $n=4$, car on remarque d'après la planche N°01 la présence de bâtiments de R+4 dans la partie Nord-est de la ville.

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

3.2.1 Zonage de la ville de point de vue pression de service

D'après la planche N°1 on peut partager la ville d'Ahmer El Ain en deux zones :

- La partie Sud, Ouest et Nord de la ville qui dispose de bâtiments de type RDC et RDC+1 avec l'existence de quelques bâtiments de types RDC+2 départie sur ces zones.

Donc la pression de services demander par cette zone est de :

$$H_{sol} = 10 + 4 * 2 = 18$$
 m.c.e

- La partie Est et Nord-est de la ville on remarque la présence de plusieurs bâtiments de types RDC+3 et RDC+4.

Donc la pression de services demander par cette zone est de :

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

Conclusion

Dans ce chapitre on a vue les déférentes formules sur la quelles on va se base pour la simulation de notre réseau et les déférents avantages qui présente le logiciel WATER CAD qu'est ci montrer très fiable comme support informatique pour notre calcul hydraulique.

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.

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 36.

Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau de distribution (pression et demande) sont donnés respectivement dans le tableau 37.

Tableau 36 : Les résultats de la simulation pour les nœuds du réseau

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-1 | J-1 | J-2 | 9,144 | 200 | fonte | 13,33 | 0,42 | 0,01 |
| P-2 | T-2 | J-82 | 5,639 | 250 | A.C | 32,57 | 0,66 | 0,01 |
| P-4 | J-64 | J-65 | 89,611 | 90 | PVC | 7,33 | 1,15 | 1,23 |
| P-5 | J-59 | J-42 | 42,367 | 100 | PVC | 8,23 | 1,05 | 0,43 |
| P-6 | J-40 | J-59 | 21,793 | 100 | PVC | 8,79 | 1,12 | 0,25 |
| P-7 | J-17 | J-17' | 3,81 | 60 | fonte | 2,93 | 1,04 | 0,1 |
| P-8 | J-63 | J-64 | 92,812 | 100 | PVC | 10,67 | 1,36 | 1,52 |
| P-9 | J-63 | J-84 | 102,718 | 100 | acier | 11,15 | 1,42 | 3,68 |
| P-10 | J-84 | J-39 | 63,398 | 100 | acier | 12,74 | 1,62 | 3,06 |
| P-11 | J-82 | J-41 | 63,246 | 250 | AMC | 31,78 | 0,65 | 0,1 |
| P-12 | J-15 | J-16 | 167,183 | 30 | fonte | 0,41 | 0,58 | 3,01 |
| P-13 | J-41 | J-40 | 99,67 | 250 | AMC | 30,02 | 0,61 | 0,14 |
| P-14 | J-42 | J-45 | 35,966 | 100 | PVC | 4,39 | 0,56 | 0,11 |
| P-15 | J-86 | J-88 | 12,497 | 50 | fonte | 0,99 | 0,5 | 0,1 |
| P-16 | J-14 | J-67 | 19,812 | 100 | fonte | 5,44 | 0,69 | 0,12 |
| P-17 | J-31 | J-26 | 25,603 | 80 | fonte | 2,31 | 0,46 | 0,09 |
| P-18 | J-2 | J-3 | 89,916 | 80 | fonte | 2,14 | 0,43 | 0,29 |
| P-19 | J-25 | J-32 | 25,908 | 50 | fonte | 0,82 | 0,42 | 0,14 |
| P-20 | J-45 | J-48 | 37,033 | 100 | PVC | 3,27 | 0,42 | 0,07 |
| P-21 | J-30 | J-31 | 21,946 | 80 | fonte | 2,02 | 0,4 | 0,06 |
| P-22 | J-5 | J-40 | 203,606 | 250 | AMC | 20,42 | 0,42 | 0,15 |
| P-23 | J-53 | J-57 | 42,062 | 33 | PVC | 0,33 | 0,38 | 0,24 |
| P-24 | J-102 | T-1 | 30,632 | 150 | fonte | 6,59 | 0,37 | 0,04 |
| P-25 | J-15 | J-14 | 104,851 | 60 | fonte | 1,36 | 0,48 | 0,62 |
| P-26 | J-102 | J-25 | 73 | 150 | fonte | 6,41 | 0,36 | 0,08 |
| P-27 | J-5 | J-38 | 64,008 | 250 | AMC | 19,6 | 0,4 | 0,04 |
| P-28 | J-46 | J-42 | 124,816 | 100 | PVC | 2,84 | 0,36 | 0,17 |
| P-29 | J-88 | J-90 | 15,85 | 50 | PVC | 0,7 | 0,36 | 0,05 |
| P-30 | J-23 | J-24 | 75,133 | 125 | fonte | 4,2 | 0,34 | 0,1 |
| P-31 | J-48 | J-49 | 39,776 | 100 | PVC | 2,74 | 0,35 | 0,05 |

Tableau 36 suite

| Conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-32 | J-43 | J-38 | 134,569 | 40 | PVC | 0,43 | 0,34 | 0,49 |
| P-33 | J-32 | J-33 | 21,793 | 50 | fonte | 0,61 | 0,31 | 0,07 |
| P-34 | J-49 | J-52 | 26,213 | 60 | PVC | 0,95 | 0,34 | 0,06 |
| P-35 | J-2 | J-24 | 293,98 | 150 | fonte | 5,75 | 0,33 | 0,28 |
| P-36 | J-83 | J-38 | 425,501 | 250 | AMC | 17,64 | 0,36 | 0,23 |
| P-37 | J-30 | J-29 | 40,081 | 80 | fonte | 1,58 | 0,31 | 0,07 |
| P-38 | J-46 | J-47 | 37,338 | 100 | PVC | 2,39 | 0,3 | 0,04 |
| P-39 | J-95 | J-96 | 111,1 | 50 | PVC | 0,59 | 0,3 | 0,25 |
| P-40 | J-26 | J-25 | 55,778 | 150 | fonte | 5,21 | 0,29 | 0,04 |
| P-41 | J-64 | J-68 | 31,699 | 110 | PVC | 2,81 | 0,3 | 0,03 |
| P-42 | J-12 | J-11 | 104,394 | 60 | fonte | 0,89 | 0,31 | 0,28 |
| P-43 | J-2 | J-79 | 188,824 | 150 | fonte | 4,01 | 0,23 | 0,09 |
| P-44 | J-62 | J-55 | 59,131 | 60 | PVC | 0,77 | 0,27 | 0,09 |
| P-45 | J-3 | J-7 | 74,981 | 80 | fonte | 1,28 | 0,25 | 0,09 |
| P-46 | J-47 | J-50 | 37,948 | 100 | PVC | 2,11 | 0,27 | 0,03 |
| P-47 | J-12 | J-14 | 135,026 | 100 | fonte | 3,43 | 0,44 | 0,35 |
| P-48 | J-20 | J-23 | 79,248 | 125 | fonte | 3,18 | 0,26 | 0,06 |
| P-49 | J-17 | J-18 | 115,519 | 60 | fonte | 0,72 | 0,25 | 0,2 |
| P-50 | J-53 | J-52 | 36,576 | 60 | PVC | 0,7 | 0,25 | 0,05 |
| P-54 | J-80 | J-58 | 118,262 | 40 | PVC | 0,29 | 0,23 | 0,21 |
| P-53 | J-17' | J-81 | 275,387 | 60 | fonte | 0,68 | 0,24 | 0,43 |
| P-55 | J-26 | J-27 | 398,069 | 100 | fonte | 1,72 | 0,22 | 0,29 |
| P-56 | J-68 | J-72 | 18,745 | 110 | PVC | 2,13 | 0,22 | 0,01 |
| P-57 | J-62 | J-49 | 50,14 | 80 | PVC | 1,11 | 0,22 | 0,04 |
| P-58 | J-7 | J-8 | 11,278 | 80 | fonte | 1,11 | 0,22 | 0,01 |
| P-59 | J-79 | J-36 | 122,377 | 50 | fonte | 0,47 | 0,24 | 0,23 |
| P-60 | J-29 | J-28 | 39,929 | 80 | fonte | 1,06 | 0,21 | 0,04 |
| P-61 | J-1 | J-17' | 822,198 | 200 | fonte | 6,32 | 0,2 | 0,23 |
| P-62 | J-17 | J-10 | 135,636 | 80 | fonte | 0,9 | 0,18 | 0,09 |
| P-63 | J-79 | J-4 | 121,158 | 150 | fonte | 2,48 | 0,14 | 0,02 |
| P-64 | J-20 | J-19 | 136,398 | 100 | fonte | 1,56 | 0,2 | 0,08 |
| P-65 | J-88 | J-89 | 43,434 | 26 | fonte | 0,11 | 0,21 | 0,14 |
| P-66 | J-17 | J-15 | 105,613 | 60 | fonte | 0,42 | 0,15 | 0,07 |
| P-67 | J-90 | J-92 | 39,624 | 50 | fonte | 0,37 | 0,19 | 0,04 |
| P-68 | J-62 | J-45 | 128,168 | 40 | PVC | 0,24 | 0,19 | 0,16 |
| P-69 | J-57 | J-55 | 184,861 | 40 | PVC | 0,23 | 0,19 | 0,22 |
| P-70 | J-90 | J-91 | 39,776 | 26 | fonte | 0,1 | 0,19 | 0,11 |
| P-71 | J-53 | J-58 | 86,716 | 60 | PVC | 0,52 | 0,18 | 0,06 |
| P-72 | J-100 | J-67 | 206,959 | 60 | fonte | 0,51 | 0,18 | 0,19 |
| P-73 | J-6 | J-7 | 218,389 | 60 | fonte | 0,58 | 0,21 | 0,26 |
| P-74 | J-51 | J-58 | 39,014 | 100 | PVC | 1,41 | 0,18 | 0,01 |
| P-75 | J-4 | J-6 | 75,133 | 125 | fonte | 0,99 | 0,08 | 0,01 |
| P-76 | J-99 | J-19 | 200,406 | 60 | fonte | 0,49 | 0,17 | 0,17 |
| P-77 | J-43 | J-44 | 47,854 | 40 | PVC | 0,12 | 0,1 | 0,02 |

Tableau 36 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-78 | J-34 | J-35 | 39,776 | 50 | fonte | 0,33 | 0,17 | 0,04 |
| P-79 | J-21 | J-20 | 99,06 | 60 | fonte | 0,45 | 0,16 | 0,07 |
| P-80 | J-9 | J-21 | 96,012 | 60 | fonte | 0,51 | 0,18 | 0,09 |
| P-81 | J-59 | J-60 | 81,991 | 40 | PVC | 0,2 | 0,16 | 0,07 |
| P-82 | J-93 | J-92 | 34,29 | 26 | fonte | 0,08 | 0,15 | 0,06 |
| P-83 | J-13 | J-12 | 79,4 | 40 | fonte | 0,2 | 0,16 | 0,09 |
| P-84 | J-72 | J-73 | 80,772 | 110 | PVC | 1,37 | 0,14 | 0,02 |
| P-86 | J-4 | J-3 | 217,627 | 60 | fonte | 0,47 | 0,17 | 0,17 |
| P-87 | J-45 | J-46 | 89,002 | 40 | PVC | 0,17 | 0,14 | 0,06 |
| P-88 | J-47 | J-48 | 88,392 | 40 | PVC | 0,12 | 0,09 | 0,03 |
| P-89 | J-68 | J-69 | 54,559 | 63 | PVC | 0,42 | 0,13 | 0,02 |
| P-90 | J-55 | J-53 | 49,987 | 60 | PVC | 0,37 | 0,13 | 0,02 |
| P-91 | J-8 | J-9 | 78,943 | 80 | fonte | 0,58 | 0,11 | 0,02 |
| P-92 | J-71 | J-72 | 54,864 | 63 | PVC | 0,39 | 0,12 | 0,02 |
| P-93 | J-35 | J-36 | 50,597 | 50 | fonte | 0,22 | 0,11 | 0,02 |
| P-94 | J-10 | J-9 | 18,745 | 60 | fonte | 0,42 | 0,15 | 0,01 |
| P-96 | J-55 | J-56 | 36,881 | 33 | PVC | 0,09 | 0,11 | 0,02 |
| P-97 | J-69 | J-71 | 20,117 | 40 | PVC | 0,13 | 0,1 | 0,01 |
| P-98 | J-52 | J-51 | 86,868 | 40 | PVC | 0,12 | 0,1 | 0,03 |
| P-99 | J-22 | J-20 | 80,01 | 50 | fonte | 0,2 | 0,1 | 0,03 |
| P-100 | J-35 | J-28 | 55,321 | 60 | fonte | 0,25 | 0,09 | 0,01 |
| P-101 | J-96 | J-97 | 43,282 | 40 | PVC | 0,11 | 0,09 | 0,01 |
| P-102 | J-8 | J-23 | 194,92 | 60 | fonte | 0,16 | 0,06 | 0,02 |
| P-103 | J-73 | J-77 | 38,252 | 90 | PVC | 0,5 | 0,08 | 0 |
| P-104 | J-73 | J-74 | 53,95 | 90 | PVC | 0,44 | 0,07 | 0 |
| P-105 | J-34 | J-29 | 55,474 | 60 | fonte | 0,19 | 0,07 | 0,01 |
| P-106 | J-50 | J-49 | 87,63 | 60 | PVC | 0,18 | 0,06 | 0,01 |
| P-107 | J-95 | J-6 | 67,056 | 125 | fonte | 0,48 | 0,04 | 0 |
| P-108 | J-36 | J-27 | 163,22 | 60 | fonte | 0,14 | 0,05 | 0,01 |
| P-109 | J-27 | J-28 | 158,344 | 60 | fonte | 0,19 | 0,07 | 0,02 |
| P-110 | J-24 | J-3 | 207,112 | 60 | fonte | 0,12 | 0,04 | 0,01 |
| P-111 | J-74 | J-71 | 81,077 | 63 | PVC | 0,13 | 0,04 | 0 |
| P-112 | J-78 | J-77 | 21,336 | 40 | PVC | 0,05 | 0,04 | 0 |
| P-113 | J-70 | J-69 | 21,336 | 40 | PVC | 0,05 | 0,04 | 0 |
| P-115 | J-21 | J-18 | 136,093 | 60 | fonte | 0,14 | 0,05 | 0,01 |
| P-116 | J-43 | J-42 | 71,78 | 100 | PVC | 0,32 | 0,04 | 0 |
| P-117 | J-101 | J-41 | 276,301 | 150 | acier | 0,68 | 0,04 | 0,01 |
| P-119 | J-75 | J-76 | 19,355 | 40 | PVC | 0,05 | 0,04 | 0 |
| P-120 | J-86 | J-85 | 7,772 | 26 | fonte | 0,02 | 0,04 | 0 |
| P-121 | J-32 | J-31 | 55,474 | 60 | fonte | 0,04 | 0,01 | 0 |
| P-122 | J-33 | J-30 | 55,474 | 60 | fonte | 0,14 | 0,05 | 0 |
| P-123 | J-10 | J-11 | 105,461 | 60 | fonte | 0,15 | 0,05 | 0,01 |
| P-124 | J-92 | J-94 | 21,946 | 50 | fonte | 0,05 | 0,03 | 0 |
| P-125 | J-75 | J-77 | 54,102 | 90 | PVC | 0,17 | 0,03 | 0 |
| P-126 | J-96 | J-98 | 20,726 | 50 | PVC | 0,05 | 0,03 | 0 |

Tableau 36 suite

| conduite | De nœud | Au nœud | longueur (m) | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | vitesse (m/s) | Perte de charge (m) |
|----------|---------|---------|--------------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-127 | J-86 | J-87 | 20,269 | 50 | fonte | 0,05 | 0,03 | 0 |
| P-128 | J-65 | J-66 | 30,48 | 63 | PVC | 0,08 | 0,03 | 0 |
| P-129 | J-74 | J-75 | 35,966 | 90 | PVC | 0,15 | 0,02 | 0 |
| P-130 | J-95 | J-12 | 11,582 | 125 | fonte | 1,54 | 0,13 | 0 |
| P-131 | J-61 | J-82 | 128,016 | 150 | A.C | 0,32 | 0,02 | 0 |
| P-132 | J-11 | J-15 | 135,331 | 60 | fonte | 0,12 | 0,04 | 0,01 |
| P-133 | J-5 | J-37 | 31,699 | 100 | acier | 0,08 | 0,01 | 0 |
| P-134 | J-18 | J-19 | 97,993 | 60 | fonte | 0 | 0 | 0 |
| P-135 | J-84 | J-86 | 4,572 | 26 | fonte | 1,17 | 2,2 | 1,2 |
| P-136 | J-83 | J-39 | 750,875 | 100 | AMC | 14,74 | 1,88 | 25,58 |
| P-221 | J-65 | J-67 | 89,611 | 90 | PVC | 6,73 | 1,06 | 1,05 |
| P-0 | J-1 | T-1 | 47,854 | 200 | fonte | 21,7 | 0,69 | 0,13 |
| P-52 | J-34 | J-33 | 40,081 | 50 | fonte | 0,47 | 0,24 | 0,08 |
| P-51 | J-50 | J-51 | 28,499 | 100 | PVC | 1,91 | 0,24 | 0,02 |

Tableau 37 : Les résultats de la simulation pour les conduites du réseau

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| J-1 | 107,7 | 2,05 | 147,87 | 40,1 |
| J-2 | 106,88 | 1,43 | 147,86 | 40,9 |
| J-3 | 104,64 | 1,45 | 147,57 | 42,8 |
| J-4 | 103,83 | 1,02 | 147,74 | 43,8 |
| J-5 | 138,23 | 0,74 | 184,6 | 46,3 |
| J-6 | 101,13 | 0,89 | 147,74 | 46,5 |
| J-7 | 102,73 | 0,75 | 147,47 | 44,7 |
| J-8 | 102,56 | 0,7 | 147,46 | 44,8 |
| J-9 | 101,14 | 0,48 | 147,44 | 46,2 |
| J-10 | 100,87 | 0,64 | 147,45 | 46,5 |
| J-11 | 100,07 | 0,85 | 147,46 | 47,3 |
| J-12 | 99,37 | 0,81 | 147,74 | 48,3 |
| J-13 | 99,12 | 0,2 | 147,65 | 48,4 |
| J-14 | 96,74 | 0,64 | 148,09 | 51,2 |
| J-15 | 97,63 | 1,26 | 147,47 | 49,7 |
| J-16 | 95,88 | 0,41 | 144,46 | 48,5 |
| J-17 | 98,97 | 0,89 | 147,54 | 48,5 |
| J-18 | 100,4 | 0,86 | 147,34 | 46,8 |
| J-19 | 100,42 | 1,07 | 147,34 | 46,8 |
| J-20 | 102,91 | 0,97 | 147,42 | 44,4 |
| J-21 | 102,38 | 0,82 | 147,35 | 44,9 |
| J-22 | 102,99 | 0,2 | 147,39 | 44,3 |
| J-23 | 104,24 | 0,86 | 147,49 | 43,2 |
| J-24 | 105,73 | 1,42 | 147,58 | 41,8 |
| J-25 | 112,02 | 0,38 | 147,88 | 35,8 |
| J-26 | 113,71 | 1,18 | 147,84 | 34,1 |
| J-27 | 123,85 | 1,77 | 147,55 | 23,6 |

Tableau 37 suite

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| J-28 | 120,98 | 0,62 | 147,57 | 26,5 |
| J-29 | 118,83 | 0,33 | 147,61 | 28,7 |
| J-30 | 115,96 | 0,29 | 147,68 | 31,7 |
| J-31 | 114,17 | 0,25 | 147,74 | 33,5 |
| J-32 | 112,27 | 0,25 | 147,74 | 35,4 |
| J-33 | 111,71 | 0,29 | 147,67 | 35,9 |
| J-34 | 114,8 | 0,33 | 147,6 | 32,7 |
| J-35 | 115,7 | 0,36 | 147,56 | 31,8 |
| J-36 | 116,72 | 0,83 | 147,53 | 30,8 |
| J-37 | 136,86 | 0,08 | 184,6 | 47,6 |
| J-38 | 136 | 1,54 | 184,56 | 48,5 |
| J-39 | 100,15 | 2 | 158,74 | 58,5 |
| J-40 | 152 | 0,8 | 184,75 | 32,7 |
| J-41 | 158 | 1,08 | 184,89 | 26,8 |
| J-42 | 149 | 0,68 | 184,07 | 35 |
| J-43 | 142 | 0,63 | 184,07 | 42 |
| J-44 | 133 | 0,12 | 184,05 | 50,9 |
| J-45 | 147 | 0,71 | 183,96 | 36,9 |
| J-46 | 148 | 0,62 | 183,9 | 35,8 |
| J-47 | 142 | 0,4 | 183,86 | 41,8 |
| J-48 | 137 | 0,41 | 183,89 | 46,8 |
| J-49 | 138 | 0,5 | 183,84 | 45,7 |
| J-50 | 136 | 0,38 | 183,83 | 47,7 |
| J-51 | 136 | 0,38 | 183,81 | 47,7 |
| J-52 | 135,02 | 0,37 | 183,78 | 48,7 |
| J-53 | 131,85 | 0,53 | 183,73 | 51,8 |
| J-55 | 129,31 | 0,81 | 183,71 | 54,3 |
| J-56 | 129,44 | 0,09 | 183,69 | 54,1 |
| J-57 | 127,45 | 0,56 | 183,49 | 55,9 |
| J-58 | 134,92 | 0,6 | 183,79 | 48,8 |
| J-59 | 153 | 0,36 | 184,5 | 31,4 |
| J-60 | 156 | 0,2 | 184,43 | 28,4 |
| J-61 | 160 | 0,32 | 184,99 | 24,9 |
| J-62 | 136,48 | 0,58 | 183,8 | 47,2 |
| J-63 | 94,69 | 0,48 | 152,01 | 57,2 |
| J-64 | 94,77 | 0,53 | 150,49 | 55,6 |
| J-65 | 94,97 | 0,52 | 149,26 | 54,2 |
| J-66 | 96,5 | 0,08 | 149,26 | 52,7 |
| J-67 | 95,28 | 0,78 | 148,21 | 52,8 |
| J-68 | 94,72 | 0,26 | 150,46 | 55,6 |
| J-69 | 94,62 | 0,24 | 150,44 | 55,7 |
| J-70 | 94,24 | 0,05 | 150,44 | 56,1 |
| J-71 | 94,12 | 0,38 | 150,43 | 56,2 |
| J-72 | 94,34 | 0,38 | 150,45 | 56 |
| J-73 | 93,08 | 0,43 | 150,43 | 57,2 |

Tableau 37 suite

| nœud | élévation (m) | Demande (L/s) | charge piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| J-74 | 92,82 | 0,42 | 150,43 | 57,5 |
| J-75 | 92,07 | 0,27 | 150,43 | 58,2 |
| J-76 | 91,98 | 0,05 | 150,43 | 58,3 |
| J-77 | 92,2 | 0,28 | 150,43 | 58,1 |
| J-78 | 91,98 | 0,05 | 150,43 | 58,3 |
| J-79 | 107,39 | 1,06 | 147,77 | 40,3 |
| J-80 | 127,88 | 0,29 | 183,58 | 55,6 |
| J-81 | 95,71 | 0,68 | 147,21 | 51,4 |
| J-82 | 165 | 0,47 | 184,99 | 20 |
| J-83 | 103,9 | 2,9 | 184,33 | 80,3 |
| J-84 | 97,5 | 0,42 | 155,68 | 58,1 |
| J-85 | 97,2 | 0,02 | 154,48 | 57,2 |
| J-86 | 97,52 | 0,11 | 154,49 | 56,9 |
| J-87 | 98,6 | 0,05 | 154,48 | 55,8 |
| J-88 | 96,95 | 0,18 | 154,39 | 57,3 |
| J-89 | 97,15 | 0,11 | 154,25 | 57 |
| J-90 | 97,1 | 0,23 | 154,34 | 57,1 |
| J-91 | 96,6 | 0,1 | 154,24 | 57,5 |
| J-92 | 95,9 | 0,24 | 154,3 | 58,3 |
| J-93 | 95,45 | 0,08 | 154,24 | 58,7 |
| J-94 | 95,41 | 0,05 | 154,3 | 58,8 |
| J-95 | 99,67 | 0,47 | 147,74 | 48 |
| J-96 | 99,56 | 0,43 | 147,49 | 47,8 |
| J-97 | 97,92 | 0,11 | 147,47 | 49,5 |
| J-98 | 99,41 | 0,05 | 147,49 | 48 |
| J-99 | 96,9 | 0,49 | 147,17 | 50,2 |
| J-100 | 94,33 | 0,51 | 148,02 | 53,6 |
| J-101 | 131,89 | 0,68 | 184,88 | 52,9 |
| J-102 | 109,2 | 0,18 | 147,96 | 38,7 |
| J-17' | 98,96 | 2,71 | 147,64 | 48,6 |

Remarque

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

- il existe des zones urbaines (nouvelles habitations construites) à l'Est, Ouest, et Nord de la ville qui ne bénéficient pas de réseau d'AEP
- 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 est de 0,5 m/s jusqu'à 1,5 m/s).
- le réservoir de 1200 m³ ne remplit pas sa fonction correctement car malgré son grand volume le réservoir de 500 m³ donne un volume plus important que ce dernier (le réservoir 1200 m³ donne un débit de 28,6 l/s et le réservoir 500 m³ donne 32,6 l/s).

- Des grandes pressions remarqué dans le coté Nord, Nord-est et Centre de la ville a cause de la grande dénivelé entre le réservoir 500 m³ et points de terrain de ces zones qui varie entre les 69 m et 87 m cette pression peut aller jusqu'à les 6 bars a l'heur de consommation maximal et les 8 bars a l'heur ou la consommation est minimal.

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).

Introduction

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

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

1.1 Concernant les forages

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.

Pour le cas de nos forages nous formulons les recommandations suivantes :

Le forage F₁: est à sec.

Le forage F_{2dis} :

Pour remédier aux problèmes rencontrés dans ce forage nous recommandons de :

- Ce forage est à l'arrêt à cause de problème qui se trouve à la pompe donc il faut la changer ;
- Changer la ventouse et la vanne ;
- Faire l'entretien de l'armoire de forage (peinture, éclairage...etc.) ;
- Rénover totalement l'armoire électrique avec tous les équipements d'automatisme et de protection ;

Le forage F₃ : est à sec.

Le forage F₄ : est à sec.

Le forage F₅

Ce forage est couramment réalisé, en bon état mais il est à l'arrêt. Pour le mettre en état de marche il faut :

- Il faut changer la pompe, elle ne marche pas ;

- Le bâti et l'ensemble des équipements de ce forage sont en bon état, donc nous demandons qu'il soit bien entretenue afin d'éviter sa dégradation.

Le forage F₆

Ce lui aussi en bon état (il dispose de tous les équipements nécessaires pour un bon fonctionnement du forage et ils sont en bon état).

- nous demandons qu'il soit bien entretenue afin d'éviter sa dégradation.

Le forage F₇: est à sec.

Le forage F₈

Ce lui aussi en bon état (il dispose de tous les équipements nécessaires pour un bon fonctionnement du forage et ils sont en bon état).

- Il faut changer la ventouse.
- Faire l'entretien des autres équipements qui sont en son état pour augmenter leurs durées de vie).

Le forage F₉

Ce lui aussi en bon état (il dispose de tous les équipements nécessaires pour un bon fonctionnement du forage et ils sont en bon état).

- nous demandons qu'il soit bien entretenue afin d'éviter sa dégradation.

Le forage F₁₀

Pour ce forage il faut :

- le génie civil de l'abri ainsi que la trappe ne sont pas fini, il faut les renouvelés.
- Changer la venteuse.
- Prévoir une sonde pour mesurer le niveau d'eau dans le forage.

Le forage F₁₁

Ce lui aussi en bon état (il dispose de tous les équipements nécessaires pour un bon fonctionnement du forage et ils sont en bon état).

- Il faut prévoir une sonde pour mesurer le niveau d'eau dans le forage.
- Faire l'entretien des autres équipements qui sont en son état pour augmenter leurs durées de vie).

Le forage F₁₂

Ce lui aussi en bon état (il dispose de tous les équipements nécessaires pour un bon fonctionnement du forage et ils sont en bon état).

- nous demandons qu'il soit bien entretenue afin d'éviter sa dégradation.

Remarque

Nous remarquons que la majorité de l'ensemble des forages et leurs équipements sont tous en bon état et présente un bon fonctionnement, néanmoins il faut changer quelle que équipements détériorés et faire l'entretien de coté génie civil de quelque abri des forages.

1.2 concernant la station monobloc

Cette station fonction bien et elle est en bon état. Elle fonction en dessous de ces capacités mais elle satisfait les besoins qui sont demandés.

Nous demandons de bien qu'il soit bien entretenue afin d'éviter sa dégradation et assurer une longue vie a cette station.

1.3 concernant la station de pompage (Brahim Ben Omar)

Nous recommandons :

- il faut changer la presse étoupe de la 3^{eme} pompe.
- Refaire le soubassement des deux réservoirs.
- Faire l'entretien des autres équipements pour leurs préservations.

1.4 Concernant les adductions

Nous recommandons de bien entretenir ces adductions pour les préservés.

1.5 Concernant les ouvrages de stockage

Le château d'eau 1200 m³

Nous recommandant de :

- Faire le renouvellement des vitres des ouvertures.
- 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 500 m³

Nous recommandons de :

- Refaire la peinture extérieure et intérieure de réservoir.
- Réhabiliter la clôture qui entour le périmètre du 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.

1.6 Concernant le réseau de distribution de la ville

Pour avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP de la ville d'Ahmer El Ain nous recommandant d'effectuer les travaux suivant

2. Les travaux proposés

2.1 alimentions des nouvelles zones urbaines

Pour cela on prévoit de projeter des nouvelles conduites qui vont véhiculer l'eau vers ces zones.

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.

Tableau 38 : caractéristique des conduites à ajouter.

| conduite | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Longueur (m) | matériau |
|----------|---------|---------|---------------|--------------|----------|
| P-149 | J-25 | J-106 | 90 | 50,52 | PEHD |
| P-150 | J-106 | J-107 | 90 | 30,15 | PEHD |
| P-151 | J-107 | J-108 | 90 | 35,62 | PEHD |
| P-152 | J-108 | J-105 | 90 | 168,67 | PEHD |
| P-153 | J-106 | J-109 | 50 | 135,83 | PEHD |
| P-154 | J-107 | J-110 | 50 | 132,89 | PEHD |
| P-155 | J-108 | J-111 | 50 | 113,36 | PEHD |

Tableau 38 : suite

| conduite | Du nœud | Au nœud | Diamètre (mm) | Longueur (m) | matériau |
|----------|---------|---------|---------------|--------------|----------|
| P-156 | J-101 | J-104 | 90 | 86,78 | PEHD |
| P-157 | J-104 | J-103 | 50 | 291 | PEHD |
| P-158 | J-103 | J-104 | 50 | 311,9 | PEHD |
| P-159 | J-112 | J-22 | 63 | 286,41 | PEHD |
| P-160 | J-100 | J-113 | 50 | 216,37 | PEHD |

2.2 Optimisations de la pression dans le réseau

Pour l'optimisation de la pression dans le réseau on prévoit d'installer 4 vannes réductrices de pression.

Tableau 39 : les données des 4 vannes réductrices de pression.

| vanne | Conduite d'implantation | Point d'implantation | Diamètre (mm) | réduire la Pression de () m à () m |
|-------|-------------------------|---|---------------|------------------------------------|
| PRV-1 | P-36 | à 250,37 m du nœud J-38 sur une cote de terrain 116 m | 200 | De 51 m à 24 m |
| PRV-2 | P-22 | à 156,84 m du nœud J-40 sur une cote de terrain 142 m | 200 | De 43 m à 26 m |
| PRV-3 | P-5 | à 40,86 m du nœud J-59 sur une cote de terrain 149 m | 200 | De 36 m à 25 m |
| PRV-4 | P-1 | à 8 m du nœud J-1 sur une cote de terrain 107 m | 200 | De 41 m à 29 m |

2.3 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).

Tableau 40 : les conduites projetées.

| conduite | Diamètre (mm) et le matériau de la conduite existante | Diamètre (mm) et le matériau de la conduite projeté |
|----------|---|---|
| P-7 | 60 mm en fonte | 200 mm en PEHD |
| P-135 | 26 mm en fonte | 75 mm en PEHD |
| P-62 | 80 mm en fonte | 125 mm en PEHD |
| P-66 | 60 mm en fonte | 125 mm en PEHD |
| P-49 | 60 mm en fonte | 125 mm en PEHD |
| P-94 | 60 mm en fonte | 125 mm en PEHD |
| P-91 | 80 mm en fonte | 125 mm en PEHD |
| P-58 | 80 mm en fonte | 90 mm en PEHD |
| P-25 | 60 mm en fonte | 125 mm en PEHD |

2.4 aménagements de réseau

Il faut aménager de plus le réseau, car il ne dispose pas 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 à 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.

3. calcul de nouveau débit nodal

Après la modification du réseau et sont extension par l'addition de nouvelle maille et ramification, nous avons sa nouvelle longueur de 14153,9 m.

Donc le nouveau débit sera de :

$$= \frac{61,25}{\sum} = \frac{61,25}{14153,9} = \dots \quad (/ /)$$

Les résultats des calculs sont représentés dans le tableau 41 ci après :

Tableau 41 : calcule des débits aux nœuds après réhabilitation du réseau

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0.5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| | du | au | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 9,144 | 0,0043274 | 0,0396 | 0,3784 |
| | 1 | 105 | 165,72 | | 0,7171 | |
| 2 | 2 | 1 | 9,144 | | 0,0396 | 1,2590 |
| | 2 | 3 | 89,916 | | 0,3891 | |
| | 2 | 79 | 188,824 | | 0,8171 | |
| | 2 | 24 | 293,98 | | 1,2722 | |
| 3 | 3 | 2 | 89,916 | | 0,3891 | 1,2758 |
| | 3 | 4 | 217,627 | | 0,9418 | |
| | 3 | 7 | 74,981 | | 0,3245 | |
| | 3 | 24 | 207,112 | | 0,8963 | |
| 4 | 4 | 3 | 217,627 | | 0,9418 | 0,8956 |
| | 4 | 6 | 75,133 | | 0,3251 | |
| | 4 | 79 | 121,158 | | 0,5243 | |
| 5 | 5 | 38 | 64,008 | | 0,2770 | 0,6476 |
| | 5 | 37 | 31,699 | 0,1372 | | |
| | 5 | 40 | 203,606 | 0,8811 | | |
| 6 | 6 | 4 | 75,133 | 0,3251 | 0,7802 | |
| | 6 | 95 | 67,056 | 0,2902 | | |
| | 6 | 7 | 218,389 | 0,9451 | | |
| 7 | 7 | 6 | 218,389 | 0,9451 | 0,6592 | |
| | 7 | 3 | 74,981 | 0,3245 | | |
| | 7 | 8 | 11,278 | 0,0488 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 8 | 8 | 7 | 11,278 | 0,0043274 | 0,0488 | 0,6170 |
| | 8 | 9 | 78,943 | | 0,3416 | |
| | 8 | 23 | 194,92 | | 0,8435 | |
| 9 | 9 | 8 | 78,943 | | 0,3416 | 0,4191 |
| | 9 | 10 | 18,745 | | 0,0811 | |
| | 9 | 21 | 96,012 | | 0,4155 | |
| 10 | 10 | 9 | 18,745 | | 0,0811 | 0,5622 |
| | 10 | 11 | 105,461 | | 0,4564 | |
| | 10 | 17 | 135,636 | | 0,5870 | |
| 11 | 11 | 10 | 105,461 | | 0,4564 | 0,7469 |
| | 11 | 12 | 104,394 | | 0,4518 | |
| | 11 | 15 | 135,331 | | 0,5856 | |
| 12 | 12 | 11 | 104,394 | | 0,4518 | 0,7149 |
| | 12 | 13 | 79,4 | | 0,3436 | |
| | 12 | 95 | 11,582 | | 0,0501 | |
| 13 | 13 | 12 | 79,4 | | 0,3436 | 0,1718 |
| 14 | 14 | 12 | 135,026 | | 0,5843 | 0,5602 |
| | 14 | 67 | 19,05 | | 0,0824 | |
| | 14 | 15 | 104,851 | | 0,4537 | |
| 15 | 14 | 15 | 104,851 | | 0,4537 | 1,1099 |
| | 15 | 11 | 135,331 | | 0,5856 | |
| | 15 | 16 | 167,183 | | 0,7235 | |
| | 15 | 17 | 105,613 | | 0,4570 | |
| 16 | 16 | 15 | 167,183 | 0,7235 | 0,3617 | |
| 17 | 17 | 15 | 105,613 | 0,4570 | 0,7802 | |
| | 17 | 18 | 115,519 | 0,4999 | | |
| | 17 | 17' | 3,81 | 0,0165 | | |
| | 17 | 10 | 135,636 | 0,5870 | | |
| 18 | 18 | 17 | 115,519 | 0,4999 | 0,7564 | |
| | 18 | 19 | 97,993 | 0,4241 | | |
| | 18 | 21 | 136,093 | 0,5889 | | |
| 19 | 19 | 18 | 97,993 | 0,4241 | 0,9408 | |
| | 19 | 99 | 200,406 | 0,8672 | | |
| | 19 | 20 | 136,398 | 0,5902 | | |
| 20 | 20 | 19 | 136,398 | 0,5902 | 0,8540 | |
| | 20 | 23 | 79,248 | 0,3429 | | |
| | 20 | 21 | 99,06 | 0,4287 | | |
| | 20 | 22 | 80,01 | 0,3462 | | |
| 21 | 21 | 20 | 99,06 | 0,4287 | 0,7165 | |
| | 21 | 18 | 136,093 | 0,5889 | | |
| | 21 | 9 | 96,012 | 0,4155 | | |
| 22 | 22 | 112 | 286,41 | 1,2394 | 0,7928 | |
| | 22 | 20 | 80,01 | 0,3462 | | |
| 23 | 23 | 20 | 79,248 | 0,3429 | 0,7558 | |
| | 23 | 24 | 75,133 | 0,3251 | | |
| | 23 | 8 | 194,92 | 0,8435 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 24 | 24 | 2 | 293,98 | 0,0043274 | 1,2722 | 1,2468 |
| | 24 | 3 | 207,112 | | 0,8963 | |
| | 24 | 23 | 75,133 | | 0,3251 | |
| 25 | 25 | 26 | 55,778 | | 0,2414 | 0,4440 |
| | 25 | 106 | 50,52 | | 0,2186 | |
| | 25 | 32 | 25,908 | | 0,1121 | |
| | 25 | 102 | 73 | | 0,3159 | |
| 26 | 25 | 26 | 55,778 | | 0,2414 | 1,0374 |
| | 31 | 26 | 25,603 | | 0,1108 | |
| | 26 | 27 | 398,069 | | 1,7226 | |
| 27 | 27 | 26 | 398,069 | | 1,7226 | 1,5571 |
| | 27 | 28 | 158,344 | | 0,6852 | |
| | 27 | 36 | 163,22 | | 0,7063 | |
| 28 | 28 | 27 | 158,344 | | 0,6852 | 0,5487 |
| | 28 | 29 | 39,929 | | 0,1728 | |
| | 28 | 35 | 55,321 | | 0,2394 | |
| 29 | 29 | 28 | 39,929 | | 0,1728 | 0,2931 |
| | 29 | 30 | 40,081 | | 0,1734 | |
| | 29 | 34 | 55,474 | | 0,2401 | |
| 30 | 30 | 29 | 40,081 | | 0,1734 | 0,2542 |
| | 30 | 31 | 21,946 | | 0,0950 | |
| | 30 | 33 | 55,474 | | 0,2401 | |
| 31 | 31 | 30 | 21,946 | | 0,0950 | 0,2229 |
| | 31 | 32 | 55,474 | | 0,2401 | |
| | 31 | 26 | 25,603 | | 0,1108 | |
| 32 | 32 | 31 | 55,474 | | 0,2401 | 0,2232 |
| | 32 | 25 | 25,908 | | 0,1121 | |
| | 32 | 33 | 21,793 | | 0,0943 | |
| 33 | 33 | 32 | 21,793 | | 0,0943 | 0,2539 |
| | 33 | 30 | 55,474 | | 0,2401 | |
| | 33 | 34 | 40,081 | 0,1734 | | |
| 34 | 34 | 33 | 40,081 | 0,1734 | 0,2928 | |
| | 34 | 29 | 55,474 | 0,2401 | | |
| | 34 | 35 | 39,776 | 0,1721 | | |
| 35 | 35 | 28 | 55,321 | 0,2394 | 0,3152 | |
| | 35 | 34 | 39,776 | 0,1721 | | |
| | 35 | 36 | 50,597 | 0,2190 | | |
| 36 | 36 | 27 | 163,22 | 0,7063 | 0,7274 | |
| | 36 | 35 | 50,597 | 0,2190 | | |
| | 36 | 79 | 122,377 | 0,5296 | | |
| 37 | 37 | 5 | 31,699 | 0,1372 | 0,0686 | |
| 38 | 38 | 83 | 425,501 | 1,8413 | 1,3503 | |
| | 38 | 5 | 64,008 | 0,2770 | | |
| | 38 | 43 | 134,569 | 0,5823 | | |
| 39 | 39 | 84 | 63,398 | 0,2743 | 1,7618 | |
| | 39 | 83 | 750,875 | 3,2493 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 40 | 40 | 5 | 203,606 | 0,0043274 | 0,8811 | 0,7034 |
| | 40 | 41 | 99,67 | | 0,4313 | |
| | 40 | 59 | 21,793 | | 0,0943 | |
| 41 | 41 | 40 | 99,67 | | 0,4313 | 0,9503 |
| | 41 | 82 | 63,246 | | 0,2737 | |
| | 41 | 101 | 276,301 | | 1,1957 | |
| 42 | 42 | 43 | 71,628 | | 0,3100 | 0,5945 |
| | 42 | 45 | 35,966 | | 0,1556 | |
| | 42 | 46 | 124,816 | | 0,5401 | |
| | 42 | 59 | 42,367 | | 0,1833 | |
| 43 | 43 | 42 | 71,628 | | 0,3100 | 0,5497 |
| | 43 | 44 | 47,854 | | 0,2071 | |
| | 43 | 38 | 134,569 | | 0,5823 | |
| 44 | 44 | 43 | 47,854 | | 0,2071 | 0,1035 |
| 45 | 45 | 42 | 35,966 | | 0,1556 | 0,6278 |
| | 45 | 46 | 89,002 | | 0,3851 | |
| | 45 | 48 | 37,033 | | 0,1603 | |
| | 45 | 62 | 128,168 | | 0,5546 | |
| 46 | 46 | 45 | 89,002 | 0,3851 | 0,5434 | |
| | 46 | 42 | 124,816 | 0,5401 | | |
| | 46 | 47 | 37,338 | 0,1616 | | |
| 47 | 47 | 46 | 37,338 | 0,1616 | 0,3542 | |
| | 47 | 48 | 88,392 | 0,3825 | | |
| | 47 | 50 | 37,948 | 0,1642 | | |
| 48 | 48 | 47 | 88,392 | 0,3825 | 0,3574 | |
| | 48 | 45 | 37,033 | 0,1603 | | |
| | 48 | 49 | 39,776 | 0,1721 | | |
| 49 | 49 | 48 | 39,776 | 0,1721 | 0,4409 | |
| | 49 | 50 | 87,63 | 0,3792 | | |
| | 49 | 52 | 26,213 | 0,1134 | | |
| | 49 | 62 | 50,14 | 0,2170 | | |
| 50 | 50 | 49 | 87,63 | 0,3792 | 0,3334 | |
| | 50 | 47 | 37,948 | 0,1642 | | |
| | 50 | 51 | 28,499 | 0,1233 | | |
| 51 | 51 | 50 | 28,499 | 0,1233 | 0,3340 | |
| | 51 | 52 | 86,868 | 0,3759 | | |
| | 51 | 58 | 39,014 | 0,1688 | | |
| 52 | 52 | 51 | 86,868 | 0,3759 | 0,3238 | |
| | 52 | 49 | 26,213 | 0,1134 | | |
| | 52 | 53 | 36,576 | 0,1583 | | |
| 53 | 53 | 52 | 36,576 | 0,1583 | 0,4659 | |
| | 53 | 55 | 49,987 | 0,2163 | | |
| | 53 | 57 | 42,062 | 0,1820 | | |
| | 53 | 58 | 86,716 | 0,3753 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0.5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 55 | 55 | 56 | 36,881 | 0,0043274 | 0,1596 | 0,7159 |
| | 55 | 57 | 184,861 | | 0,8000 | |
| | 55 | 53 | 49,987 | | 0,2163 | |
| | 55 | 62 | 59,131 | | 0,2559 | |
| 56 | 56 | 55 | 36,881 | | 0,1596 | 0,0798 |
| 57 | 57 | 53 | 42,062 | | 0,1820 | 0,4910 |
| | 57 | 55 | 184,861 | | 0,8000 | |
| 58 | 58 | 51 | 39,014 | | 0,1688 | 0,5279 |
| | 58 | 53 | 86,716 | | 0,3753 | |
| | 58 | 80 | 118,262 | | 0,5118 | |
| 59 | 59 | 40 | 21,793 | | 0,0943 | 0,3162 |
| | 59 | 42 | 42,367 | | 0,1833 | |
| | 59 | 60 | 81,991 | | 0,3548 | |
| 60 | 59 | 60 | 81,991 | | 0,3548 | 0,1774 |
| 61 | 61 | 82 | 128,016 | | 0,5540 | 0,2770 |
| 62 | 62 | 49 | 50,14 | | 0,2170 | 0,5137 |
| | 62 | 45 | 128,168 | | 0,5546 | |
| | 62 | 55 | 59,131 | | 0,2559 | |
| 63 | 63 | 64 | 92,812 | | 0,4016 | 0,4231 |
| | 63 | 84 | 102,718 | | 0,4445 | |
| 64 | 64 | 63 | 92,812 | | 0,4016 | 0,4633 |
| | 64 | 65 | 89,611 | 0,3878 | | |
| | 64 | 68 | 31,699 | 0,1372 | | |
| 65 | 65 | 64 | 89,611 | 0,3878 | 0,4537 | |
| | 65 | 66 | 30,48 | 0,1319 | | |
| | 65 | 67 | 89,611 | 0,3878 | | |
| 66 | 66 | 65 | 30,48 | 0,1319 | 0,0659 | |
| 67 | 67 | 65 | 89,611 | 0,3878 | 0,6836 | |
| | 67 | 14 | 19,05 | 0,0824 | | |
| | 67 | 100 | 207,264 | 0,8969 | | |
| 68 | 68 | 64 | 31,699 | 0,1372 | 0,2272 | |
| | 68 | 72 | 18,745 | 0,0811 | | |
| | 68 | 69 | 54,559 | 0,2361 | | |
| 69 | 69 | 68 | 54,559 | 0,2361 | 0,2077 | |
| | 69 | 70 | 21,336 | 0,0923 | | |
| | 69 | 71 | 20,117 | 0,0871 | | |
| 70 | 70 | 69 | 21,336 | 0,0923 | 0,0462 | |
| 71 | 71 | 69 | 20,117 | 0,0871 | 0,3377 | |
| | 71 | 72 | 54,864 | 0,2374 | | |
| | 71 | 74 | 81,077 | 0,3509 | | |
| 72 | 72 | 68 | 18,745 | 0,0811 | 0,3340 | |
| | 72 | 71 | 54,864 | 0,2374 | | |
| | 72 | 73 | 80,772 | 0,3495 | | |
| 73 | 73 | 72 | 80,772 | 0,3495 | 0,3743 | |
| | 73 | 74 | 53,95 | 0,2335 | | |
| | 73 | 77 | 38,252 | 0,1655 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0.5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 74 | 74 | 73 | 53,95 | 0,0043274 | 0,2335 | 0,3700 |
| | 74 | 71 | 81,077 | | 0,3509 | |
| | 74 | 75 | 35,966 | | 0,1556 | |
| 75 | 75 | 74 | 35,966 | | 0,1556 | 0,2368 |
| | 75 | 76 | 19,355 | | 0,0838 | |
| | 75 | 77 | 54,102 | | 0,2341 | |
| 76 | 76 | 75 | 19,355 | | 0,0838 | 0,0419 |
| 77 | 77 | 75 | 54,102 | | 0,2341 | 0,2460 |
| | 77 | 73 | 38,252 | | 0,1655 | |
| | 77 | 78 | 21,336 | | 0,0923 | |
| 78 | 78 | 77 | 21,336 | | 0,0923 | 0,0462 |
| 79 | 79 | 36 | 122,377 | | 0,5296 | 0,9355 |
| | 79 | 2 | 188,824 | | 0,8171 | |
| | 79 | 4 | 121,158 | | 0,5243 | |
| 80 | 80 | 58 | 118,262 | | 0,5118 | 0,2559 |
| 81 | 81 | 113 | 44,52 | | 0,1927 | 0,0963 |
| 82 | 82 | 41 | 63,246 | | 0,2737 | 0,4138 |
| | 82 | 61 | 128,016 | | 0,5540 | |
| 83 | 83 | 39 | 750,875 | | 3,2493 | 2,5453 |
| | 83 | 38 | 425,501 | | 1,8413 | |
| 84 | 84 | 39 | 63,398 | 0,2743 | 0,3693 | |
| | 84 | 86 | 4,572 | 0,0198 | | |
| | 84 | 63 | 102,718 | 0,4445 | | |
| 85 | 85 | 86 | 7,772 | 0,0336 | 0,0168 | |
| 86 | 86 | 85 | 7,772 | 0,0336 | 0,0976 | |
| | 86 | 87 | 20,269 | 0,0877 | | |
| | 86 | 84 | 4,572 | 0,0198 | | |
| | 86 | 88 | 12,497 | 0,0541 | | |
| 87 | 87 | 86 | 20,269 | 0,0877 | 0,0439 | |
| 88 | 88 | 86 | 12,497 | 0,0541 | 0,1553 | |
| | 88 | 89 | 43,434 | 0,1880 | | |
| | 88 | 90 | 15,85 | 0,0686 | | |
| 89 | 89 | 88 | 43,434 | 0,1880 | 0,0940 | |
| 90 | 90 | 88 | 15,85 | 0,0686 | 0,2061 | |
| | 90 | 91 | 39,776 | 0,1721 | | |
| | 90 | 92 | 39,624 | 0,1715 | | |
| 91 | 91 | 90 | 39,776 | 0,1721 | 0,0861 | |
| 92 | 92 | 90 | 39,624 | 0,1715 | 0,2074 | |
| | 92 | 93 | 34,29 | 0,1484 | | |
| | 92 | 94 | 21,946 | 0,0950 | | |
| 93 | 93 | 92 | 34,29 | 0,1484 | 0,0742 | |
| 94 | 94 | 92 | 21,946 | 0,0950 | 0,0475 | |
| 95 | 95 | 96 | 111,1 | 0,4808 | 0,4105 | |
| | 95 | 6 | 67,056 | 0,2902 | | |
| | 95 | 12 | 11,582 | 0,0501 | | |

Tableau 41 : suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 96 | 96 | 95 | 111,1 | 0,0043274 | 0,4808 | 0,3789 |
| | 96 | 98 | 20,726 | | 0,0897 | |
| | 96 | 97 | 43,282 | | 0,1873 | |
| 97 | 97 | 96 | 43,282 | | 0,1873 | 0,0936 |
| 98 | 98 | 96 | 20,726 | | 0,0897 | 0,0448 |
| 99 | 99 | 19 | 200,406 | | 0,8672 | 0,4336 |
| 100 | 100 | 67 | 207,264 | | 0,8969 | 0,9166 |
| | 100 | 113 | 216,37 | | 0,9363 | |
| 101 | 101 | 104 | 86,78 | | 0,3755 | 0,7856 |
| | 101 | 41 | 276,301 | | 1,1957 | |
| 102 | 102 | 25 | 73 | | 0,3159 | 0,1580 |
| 17' | 17' | 17 | 3,81 | | 0,0165 | 1,5666 |
| | 17' | 113 | 228,73 | | 0,9898 | |
| | 17' | 112 | 491,51 | | 2,1270 | |
| 103 | 103 | 104 | 602,89 | | 2,6089 | 1,304 |
| 104 | 104 | 101 | 86,78 | 0,3755 | 1,492 | |
| | 104 | 103 | 602,89 | 2,6089 | | |
| 105 | 105 | 112 | 161,71 | 0,6998 | 1,0734 | |
| | 105 | 108 | 168,67 | 0,7299 | | |
| | 105 | 1 | 165,72 | 0,7171 | | |
| 106 | 106 | 107 | 30,15 | 0,1305 | 0,4684 | |
| | 106 | 109 | 135,83 | 0,5878 | | |
| | 106 | 25 | 50,52 | 0,2186 | | |
| 107 | 107 | 106 | 135,83 | 0,5878 | 0,6585 | |
| | 107 | 108 | 35,62 | 0,1541 | | |
| | 107 | 110 | 132,89 | 0,5751 | | |
| 108 | 108 | 105 | 168,67 | 0,7299 | 0,6873 | |
| | 108 | 107 | 35,62 | 0,1541 | | |
| | 108 | 111 | 113,36 | 0,4906 | | |
| 109 | 109 | 106 | 135,83 | 0,5878 | 0,2939 | |
| 110 | 110 | 107 | 132,89 | 0,5751 | 0,2875 | |
| 111 | 111 | 108 | 113,36 | 0,4906 | 0,2453 | |
| 112 | 112 | 105 | 161,71 | 0,6998 | 2,0331 | |
| | 112 | 22 | 286,41 | 1,2394 | | |
| | 112 | 17' | 491,51 | 2,1270 | | |
| 113 | 113 | 17' | 228,73 | 0,9898 | 1,0594 | |
| | 113 | 81 | 44,52 | 0,1927 | | |
| | 113 | 100 | 216,37 | 0,9363 | | |

4. Simulation du réseau

4.1 Cas de pointe

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse, perte de charge) sont donnés dans le tableau 42 :

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression, demande, charge hydraulique) sont donnés dans le tableau 43 :

Tableau 42 : 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-2 | 4,55 | T-2 | J-82 | 250 | AMC | 22,28 | 0,45 | 0,004 |
| P-4 | 89,56 | J-64 | J-65 | 90 | PVC | 2,97 | 0,47 | 0,231 |
| P-6 | 21,66 | J-40 | J-59 | 100 | PVC | 9,8 | 1,25 | 0,305 |
| P-7 | 4,16 | J-17 | J-17' | 200 | PEHD | 36,62 | 1,17 | 0,023 |
| P-8 | 92,17 | J-63 | J-64 | 100 | PVC | 0,1 | 0,01 | 0,001 |
| P-9 | 97,04 | J-63 | J-84 | 100 | acier | 0,39 | 0,05 | 0,008 |
| P-10 | 63,11 | J-84 | J-39 | 100 | acier | 1,8 | 0,23 | 0,081 |
| P-11 | 62,73 | J-82 | J-41 | 250 | AMC | 21,59 | 0,44 | 0,05 |
| P-12 | 166,51 | J-15 | J-16 | 30 | fonte | 0,36 | 0,51 | 2,408 |
| P-13 | 97,16 | J-41 | J-40 | 250 | AMC | 17,04 | 0,35 | 0,05 |
| P-14 | 36,07 | J-42 | J-45 | 100 | PVC | 3,88 | 0,49 | 0,091 |
| P-15 | 12,58 | J-86 | J-88 | 50 | fonte | 0,87 | 0,44 | 0,077 |
| P-16 | 19,41 | J-14 | J-67 | 100 | fonte | 4,62 | 0,59 | 0,089 |
| P-17 | 25,68 | J-31 | J-26 | 80 | fonte | 3,6 | 0,72 | 0,218 |
| P-18 | 89,37 | J-2 | J-3 | 80 | fonte | 3,66 | 0,73 | 0,787 |
| P-19 | 25,27 | J-25 | J-32 | 50 | fonte | 1,27 | 0,65 | 0,31 |
| P-20 | 37,03 | J-45 | J-48 | 100 | PVC | 2,89 | 0,37 | 0,054 |
| P-21 | 21,79 | J-30 | J-31 | 80 | fonte | 3,4 | 0,68 | 0,167 |
| P-23 | 42,14 | J-53 | J-57 | 33 | PVC | 0,29 | 0,34 | 0,19 |
| P-24 | 29,6 | J-102 | T-1 | 150 | fonte | 15,21 | 0,86 | 0,17 |
| P-25 | 107,4 | J-15 | J-14 | 125 | PEHD | 12,29 | 1 | 0,775 |
| P-26 | 72,47 | J-102 | J-25 | 150 | fonte | 15,05 | 0,85 | 0,409 |
| P-27 | 63,78 | J-5 | J-38 | 250 | A.C | 5,81 | 0,12 | 0,004 |
| P-28 | 122,51 | J-46 | J-42 | 100 | PVC | 2,51 | 0,32 | 0,138 |
| P-29 | 15,52 | J-88 | J-90 | 50 | PVC | 0,62 | 0,32 | 0,039 |
| P-30 | 75,12 | J-23 | J-24 | 125 | fonte | 7,33 | 0,6 | 0,271 |
| P-31 | 38,93 | J-48 | J-49 | 100 | PVC | 2,42 | 0,31 | 0,041 |
| P-32 | 133,65 | J-43 | J-38 | 40 | PVC | 1,67 | 1,32 | 6,128 |
| P-33 | 21,49 | J-32 | J-33 | 50 | fonte | 1,02 | 0,52 | 0,174 |
| P-34 | 26,59 | J-49 | J-52 | 60 | PVC | 0,84 | 0,3 | 0,048 |
| P-35 | 291,44 | J-2 | J-24 | 150 | fonte | 6,84 | 0,39 | 0,381 |
| P-37 | 39,34 | J-30 | J-29 | 80 | fonte | 2,98 | 0,59 | 0,237 |
| P-38 | 37,39 | J-46 | J-47 | 100 | PVC | 2,12 | 0,27 | 0,031 |
| P-39 | 110,65 | J-95 | J-96 | 50 | PVC | 0,52 | 0,26 | 0,197 |
| P-40 | 55,92 | J-26 | J-25 | 150 | fonte | 7,72 | 0,44 | 0,092 |
| P-41 | 31,24 | J-64 | J-68 | 110 | PVC | 2,47 | 0,26 | 0,022 |
| P-42 | 106,92 | J-12 | J-11 | 60 | fonte | 2,06 | 0,73 | 1,312 |
| P-43 | 187,75 | J-2 | J-79 | 150 | fonte | 9,82 | 0,56 | 0,48 |
| P-44 | 59,04 | J-62 | J-55 | 60 | PVC | 0,68 | 0,24 | 0,071 |
| P-45 | 74,58 | J-3 | J-7 | 80 | fonte | 6,08 | 1,21 | 1,679 |
| P-46 | 37,58 | J-47 | J-50 | 100 | PVC | 1,87 | 0,24 | 0,025 |
| P-47 | 132,2 | J-12 | J-14 | 100 | fonte | 7,1 | 0,9 | 1,337 |
| P-48 | 78,92 | J-20 | J-23 | 125 | fonte | 6,21 | 0,51 | 0,21 |
| P-49 | 115,11 | J-17 | J-18 | 125 | PEHD | 6,33 | 0,52 | 0,244 |
| P-50 | 36,31 | J-53 | J-52 | 60 | PVC | 0,62 | 0,22 | 0,037 |

Tableau 42 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-54 | 116,91 | J-80 | J-58 | 40 | PVC | 0,26 | 0,2 | 0,168 |
| P-56 | 18,62 | J-68 | J-72 | 110 | PVC | 1,88 | 0,2 | 0,008 |
| P-57 | 49,85 | J-62 | J-49 | 80 | PVC | 0,98 | 0,2 | 0,029 |
| P-58 | 11,13 | J-7 | J-8 | 90 | PEHD | 8,23 | 1,29 | 0,19 |
| P-59 | 121,87 | J-79 | J-36 | 50 | fonte | 3,25 | 1,65 | 8,458 |
| P-60 | 40,09 | J-29 | J-28 | 80 | fonte | 2,22 | 0,44 | 0,139 |
| P-62 | 134,2 | J-17 | J-10 | 125 | PEHD | 14,33 | 1,17 | 1,289 |
| P-63 | 123,87 | J-79 | J-4 | 150 | fonte | 7,51 | 0,43 | 0,193 |
| P-64 | 136,77 | J-20 | J-19 | 100 | fonte | 2,16 | 0,28 | 0,153 |
| P-65 | 43,14 | J-88 | J-89 | 26 | fonte | 0,09 | 0,18 | 0,102 |
| P-66 | 105,34 | J-17 | J-15 | 125 | PEHD | 15,17 | 1,24 | 1,123 |
| P-67 | 34,04 | J-90 | J-92 | 50 | fonte | 0,33 | 0,17 | 0,034 |
| P-58 | 11,13 | J-7 | J-8 | 90 | PVC | 8,23 | 1,29 | 0,19 |
| P-59 | 121,87 | J-79 | J-36 | 50 | fonte | 3,25 | 1,65 | 8,458 |
| P-60 | 40,09 | J-29 | J-28 | 80 | fonte | 2,22 | 0,44 | 0,139 |
| P-62 | 134,2 | J-17 | J-10 | 125 | PVC | 14,33 | 1,17 | 1,289 |
| P-63 | 123,87 | J-79 | J-4 | 150 | fonte | 7,51 | 0,43 | 0,193 |
| P-64 | 136,77 | J-20 | J-19 | 100 | fonte | 2,16 | 0,28 | 0,153 |
| P-65 | 43,14 | J-88 | J-89 | 26 | fonte | 0,09 | 0,18 | 0,102 |
| P-66 | 105,34 | J-17 | J-15 | 125 | PVC | 15,17 | 1,24 | 1,123 |
| P-67 | 34,04 | J-90 | J-92 | 50 | fonte | 0,33 | 0,17 | 0,034 |
| P-68 | 127,8 | J-62 | J-45 | 40 | PVC | 0,21 | 0,17 | 0,125 |
| P-69 | 183,98 | J-57 | J-55 | 40 | PVC | 0,21 | 0,16 | 0,175 |
| P-70 | 39,53 | J-90 | J-91 | 26 | fonte | 0,09 | 0,16 | 0,08 |
| P-71 | 86,03 | J-53 | J-58 | 60 | PVC | 0,46 | 0,16 | 0,05 |
| P-72 | 213,12 | J-100 | J-67 | 60 | fonte | 0,44 | 0,16 | 0,153 |
| P-73 | 219,79 | J-6 | J-7 | 60 | fonte | 1,48 | 0,52 | 1,472 |
| P-74 | 38,48 | J-51 | J-58 | 100 | PVC | 1,25 | 0,16 | 0,012 |
| P-75 | 74,66 | J-4 | J-6 | 125 | fonte | 8,04 | 0,66 | 0,32 |
| P-76 | 198,85 | J-99 | J-19 | 60 | fonte | 0,43 | 0,15 | 0,137 |
| P-77 | 47,28 | J-43 | J-44 | 40 | PVC | 0,1 | 0,08 | 0,013 |
| P-78 | 39,45 | J-34 | J-35 | 50 | fonte | 1,11 | 0,56 | 0,372 |
| P-79 | 98,69 | J-21 | J-20 | 60 | fonte | 2,54 | 0,9 | 1,787 |
| P-80 | 95,51 | J-9 | J-21 | 60 | fonte | 1,22 | 0,43 | 0,447 |
| P-81 | 80,08 | J-59 | J-60 | 40 | PVC | 0,18 | 0,14 | 0,059 |
| P-82 | 33,74 | J-93 | J-92 | 26 | fonte | 0,07 | 0,14 | 0,052 |
| P-83 | 78,94 | J-13 | J-12 | 40 | fonte | 0,17 | 0,14 | 0,071 |
| P-84 | 80,59 | J-72 | J-73 | 110 | PVC | 1,2 | 0,13 | 0,015 |
| P-86 | 218,43 | J-4 | J-3 | 60 | fonte | 0,37 | 0,13 | 0,114 |
| P-87 | 87,14 | J-45 | J-46 | 40 | PVC | 0,15 | 0,12 | 0,047 |
| P-88 | 87,02 | J-47 | J-48 | 40 | PVC | 0,1 | 0,08 | 0,024 |
| P-89 | 54,27 | J-68 | J-69 | 63 | PVC | 0,37 | 0,12 | 0,016 |
| P-90 | 49,5 | J-55 | J-53 | 60 | PVC | 0,33 | 0,12 | 0,015 |
| P-91 | 78,55 | J-8 | J-9 | 125 | PEHD | 10,72 | 0,87 | 0,441 |
| P-92 | 54,79 | J-71 | J-72 | 63 | PVC | 0,34 | 0,11 | 0,015 |

Tableau 42 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-93 | 50,76 | J-35 | J-36 | 50 | fonte | 2,07 | 1,05 | 1,526 |
| P-94 | 18,79 | J-10 | J-9 | 125 | PEHD | 12,36 | 1,01 | 0,137 |
| P-96 | 36,82 | J-55 | J-56 | 33 | PVC | 0,08 | 0,09 | 0,016 |
| P-97 | 20,05 | J-69 | J-71 | 40 | PVC | 0,11 | 0,09 | 0,006 |
| P-98 | 85,56 | J-52 | J-51 | 40 | PVC | 0,11 | 0,09 | 0,025 |
| P-99 | 79,49 | J-22 | J-20 | 50 | fonte | 2,37 | 1,21 | 3,088 |
| P-100 | 54,4 | J-35 | J-28 | 60 | fonte | 1,28 | 0,45 | 0,276 |
| P-101 | 42,92 | J-96 | J-97 | 40 | PVC | 0,09 | 0,07 | 0,01 |
| P-102 | 194,36 | J-8 | J-23 | 60 | fonte | 1,87 | 0,66 | 2,003 |
| P-103 | 37,73 | J-73 | J-77 | 90 | PVC | 0,44 | 0,07 | 0,003 |
| P-104 | 53,24 | J-73 | J-74 | 90 | PVC | 0,38 | 0,06 | 0,003 |
| P-105 | 54,49 | J-34 | J-29 | 60 | fonte | 0,47 | 0,17 | 0,043 |
| P-106 | 85,96 | J-50 | J-49 | 60 | PVC | 0,16 | 0,06 | 0,007 |
| P-107 | 66,56 | J-95 | J-6 | 125 | fonte | 7,34 | 0,6 | 0,241 |
| P-109 | 157,38 | J-27 | J-28 | 60 | fonte | 0,39 | 0,14 | 0,09 |
| P-110 | 206,58 | J-24 | J-3 | 60 | fonte | 0,76 | 0,27 | 0,406 |
| P-111 | 80,48 | J-74 | J-71 | 63 | PVC | 0,12 | 0,04 | 0,003 |
| P-112 | 21,45 | J-78 | J-77 | 40 | PVC | 0,05 | 0,04 | 0,001 |
| P-113 | 21,51 | J-70 | J-69 | 40 | PVC | 0,05 | 0,04 | 0,001 |
| P-115 | 135,42 | J-21 | J-18 | 60 | fonte | 2,04 | 0,72 | 1,629 |
| P-116 | 71,74 | J-43 | J-42 | 100 | PVC | 2,32 | 0,3 | 0,07 |
| P-117 | 274,91 | J-101 | J-41 | 150 | acier | 3,6 | 0,2 | 0,178 |
| P-119 | 19,5 | J-75 | J-76 | 40 | PVC | 0,04 | 0,03 | 0,001 |
| P-120 | 7,83 | J-86 | J-85 | 26 | fonte | 0,02 | 0,03 | 0,001 |
| P-121 | 55,15 | J-32 | J-31 | 60 | fonte | 0,03 | 0,01 | 0 |
| P-122 | 55,26 | J-33 | J-30 | 60 | fonte | 0,17 | 0,06 | 0,006 |
| P-123 | 104,69 | J-10 | J-11 | 60 | fonte | 1,41 | 0,5 | 0,634 |
| P-124 | 22 | J-92 | J-94 | 50 | fonte | 0,05 | 0,02 | 0,001 |
| P-125 | 53,67 | J-75 | J-77 | 90 | PVC | 0,15 | 0,02 | 0,001 |
| P-126 | 21,12 | J-96 | J-98 | 50 | PVC | 0,05 | 0,02 | 0 |
| P-127 | 20,72 | J-86 | J-87 | 50 | fonte | 0,04 | 0,02 | 0 |
| P-128 | 30,92 | J-65 | J-66 | 63 | PVC | 0,07 | 0,02 | 0 |
| P-129 | 35,4 | J-74 | J-75 | 90 | PVC | 0,13 | 0,02 | 0 |
| P-130 | 11,5 | J-95 | J-12 | 125 | fonte | 8,27 | 0,67 | 0,052 |
| P-131 | 128,56 | J-61 | J-82 | 150 | AMC | 0,28 | 0,02 | 0 |
| P-132 | 132,73 | J-11 | J-15 | 60 | fonte | 1,4 | 0,5 | 0,8 |
| P-133 | 31,29 | J-5 | J-37 | 100 | acier | 0,07 | 0,01 | 0 |
| P-134 | 97,35 | J-18 | J-19 | 60 | fonte | 3,54 | 1,25 | 3,263 |
| P-135 | 4,73 | J-84 | J-86 | 75 | PEHD | 1,03 | 0,23 | 0,005 |
| P-136 | 751,08 | J-83 | J-39 | 100 | AMC | 3,56 | 0,45 | 1,847 |
| P-221 | 89,86 | J-65 | J-67 | 90 | PVC | 3,49 | 0,55 | 0,312 |
| P-0 | 48,14 | J-1 | T-1 | 200 | fonte | 24,46 | 0,78 | 0,164 |
| P-52 | 39,98 | J-34 | J-33 | 50 | fonte | 0,93 | 0,47 | 0,274 |
| P-51 | 28,47 | J-50 | J-51 | 100 | PVC | 1,69 | 0,22 | 0,015 |
| P-5 | 42,16 | J-59 | J-42 | 100 | PVC | 9,3 | 1,18 | 0,536 |

Tableau 42 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-61 | 165,72 | J-1 | J-105 | 200 | fonte | 43,15 | 1,37 | 1,618 |
| P-149 | 50,52 | J-25 | J-106 | 90 | PEHD | 5,62 | 0,88 | 0,424 |
| P-150 | 30,15 | J-106 | J-107 | 90 | PEHD | 4,85 | 0,76 | 0,193 |
| P-151 | 35,62 | J-107 | J-108 | 90 | PEHD | 3,9 | 0,61 | 0,152 |
| P-152 | 168,67 | J-108 | J-105 | 90 | PEHD | 2,97 | 0,47 | 0,434 |
| P-153 | 135,83 | J-106 | J-109 | 50 | PEHD | 0,29 | 0,15 | 0,085 |
| P-154 | 132,89 | J-110 | J-107 | 50 | PEHD | 0,29 | 0,15 | 0,08 |
| P-155 | 113,36 | J-108 | J-111 | 50 | PEHD | 0,25 | 0,13 | 0,051 |
| P-61' | 161,71 | J-105 | J-112 | 200 | fonte | 45,03 | 1,43 | 1,709 |
| P-62'' | 491,51 | J-112 | J-17' | 200 | fonte | 39,82 | 1,27 | 4,137 |
| P-159 | 286,41 | J-112 | J-22 | 63 | PEHD | 3,17 | 1,02 | 4,731 |
| P-53 | 228,73 | J-17' | J-113 | 60 | fonte | 1,64 | 0,58 | 1,834 |
| P-53' | 44,52 | J-113 | J-81 | 60 | fonte | 0,1 | 0,03 | 0,002 |
| P-160 | 216,37 | J-100 | J-113 | 50 | PEHD | 0,48 | 0,24 | 0,329 |
| P-55 | 395,55 | J-27 | J-26 | 100 | fonte | 3,08 | 0,39 | 0,852 |
| P-108 | 160,24 | J-27 | J-36 | 60 | fonte | 1,91 | 0,68 | 1,713 |
| P-157 | 290,99 | J-104 | J-103 | 50 | PEHD | 0,67 | 0,34 | 0,827 |
| P-158 | 311,9 | J-103 | J-104 | 50 | PEHD | 0,64 | 0,33 | 0,827 |
| P-156 | 86,78 | J-104 | J-101 | 90 | PEHD | 2,81 | 0,44 | 0,202 |
| P-1 | 8,94 | J-1 | J-2 | 200 | fonte | 19,06 | 0,61 | 0,019 |
| P-36 | 422,97 | J-38 | J-83 | 250 | AMC | 6,12 | 0,12 | 0,032 |
| P-22 | 202,89 | J-5 | J-40 | 250 | AMC | 6,53 | 0,13 | 0,018 |

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

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 107,7 | 0,38 | 147,67 | 39,9 |
| J-2 | 106,88 | 1,26 | 135,66 | 28,7 |
| J-3 | 104,64 | 1,28 | 136,45 | 31,7 |
| J-4 | 103,83 | 0,9 | 136,33 | 32,4 |
| J-5 | 138,23 | 0,65 | 166,69 | 29,4 |
| J-6 | 101,13 | 0,78 | 136,65 | 35,5 |
| J-7 | 102,73 | 0,66 | 138,13 | 35,3 |
| J-8 | 102,56 | 0,62 | 138,31 | 35,7 |
| J-9 | 101,14 | 0,42 | 138,76 | 37,5 |
| J-10 | 100,87 | 0,56 | 138,89 | 37,9 |
| J-11 | 100,07 | 0,75 | 138,26 | 38,1 |
| J-12 | 99,37 | 0,72 | 136,95 | 37,5 |
| J-13 | 99,12 | 0,17 | 136,88 | 37,7 |
| J-14 | 96,74 | 0,56 | 138,28 | 41,5 |
| J-15 | 97,63 | 1,11 | 139,06 | 41,3 |
| J-16 | 95,88 | 0,36 | 136,65 | 40,7 |
| J-17 | 98,97 | 0,78 | 140,18 | 41,1 |
| J-18 | 100,4 | 0,76 | 139,94 | 39,5 |
| J-19 | 100,42 | 0,94 | 136,67 | 36,2 |

Tableau 43 suite

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-20 | 102,91 | 0,86 | 136,52 | 33,5 |
| J-21 | 102,38 | 0,72 | 138,31 | 35,9 |
| J-22 | 102,99 | 0,8 | 139,61 | 36,5 |
| J-23 | 104,24 | 0,76 | 136,31 | 32 |
| J-24 | 105,73 | 1,25 | 136,04 | 30,2 |
| J-25 | 112,02 | 0,45 | 147,25 | 35,2 |
| J-26 | 113,71 | 1,04 | 147,16 | 33,4 |
| J-27 | 123,85 | 1,56 | 146,31 | 22,4 |
| J-28 | 120,98 | 0,55 | 146,4 | 25,4 |
| J-29 | 118,83 | 0,29 | 146,54 | 27,7 |
| J-30 | 115,96 | 0,26 | 146,78 | 30,8 |
| J-31 | 114,17 | 0,22 | 146,94 | 32,7 |
| J-32 | 112,27 | 0,22 | 146,94 | 34,6 |
| J-33 | 111,71 | 0,25 | 146,77 | 35 |
| J-34 | 114,8 | 0,29 | 146,5 | 31,6 |
| J-35 | 115,7 | 0,32 | 146,12 | 30,4 |
| J-36 | 116,72 | 0,73 | 144,6 | 27,8 |
| J-37 | 136,86 | 0,07 | 166,69 | 29,8 |
| J-38 | 136 | 1,36 | 166,68 | 31,6 |
| J-39 | 100,15 | 1,77 | 137,74 | 38 |
| J-40 | 152 | 0,71 | 184,75 | 32,7 |
| J-41 | 158 | 0,95 | 184,8 | 26,7 |
| J-42 | 149 | 0,6 | 172,88 | 23,8 |
| J-43 | 142 | 0,55 | 172,81 | 30,7 |
| J-44 | 133 | 0,1 | 172,8 | 39,7 |
| J-45 | 147 | 0,63 | 172,79 | 25,7 |
| J-46 | 148 | 0,55 | 172,74 | 24,7 |
| J-47 | 142 | 0,35 | 172,71 | 30,7 |
| J-48 | 137 | 0,36 | 172,74 | 35,7 |
| J-49 | 138 | 0,44 | 172,69 | 34,6 |
| J-50 | 136 | 0,33 | 172,69 | 36,6 |
| J-51 | 136 | 0,34 | 172,67 | 36,6 |
| J-52 | 135,02 | 0,32 | 172,65 | 37,6 |
| J-53 | 131,85 | 0,47 | 172,61 | 40,7 |
| J-55 | 129,31 | 0,72 | 172,59 | 43,2 |
| J-56 | 129,44 | 0,08 | 172,58 | 43,1 |
| J-57 | 127,45 | 0,49 | 172,42 | 44,9 |
| J-58 | 134,92 | 0,53 | 172,66 | 37,7 |
| J-59 | 153 | 0,32 | 184,44 | 31,4 |
| J-60 | 156 | 0,18 | 184,39 | 28,3 |
| J-61 | 160 | 0,28 | 184,85 | 24,8 |
| J-62 | 136,48 | 0,52 | 172,67 | 36,1 |
| J-63 | 94,69 | 0,42 | 137,65 | 42,9 |
| J-64 | 94,77 | 0,46 | 137,65 | 42,8 |
| J-65 | 94,97 | 0,45 | 137,88 | 42,8 |

Tableau 43 suite

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-66 | 96,5 | 0,07 | 137,88 | 41,3 |
| J-67 | 95,28 | 0,69 | 138,19 | 42,8 |
| J-68 | 94,72 | 0,23 | 137,63 | 42,8 |
| J-69 | 94,62 | 0,21 | 137,61 | 42,9 |
| J-70 | 94,24 | 0,05 | 137,61 | 43,3 |
| J-71 | 94,12 | 0,34 | 137,61 | 43,4 |
| J-72 | 94,34 | 0,34 | 137,62 | 43,2 |
| J-73 | 93,08 | 0,38 | 137,61 | 44,4 |
| J-74 | 92,82 | 0,37 | 137,6 | 44,7 |
| J-75 | 92,07 | 0,24 | 137,6 | 45,4 |
| J-76 | 91,98 | 0,04 | 137,6 | 45,5 |
| J-77 | 92,2 | 0,25 | 137,6 | 45,3 |
| J-78 | 91,98 | 0,05 | 137,6 | 45,5 |
| J-79 | 107,39 | 0,94 | 136,14 | 28,7 |
| J-80 | 127,88 | 0,26 | 172,49 | 44,5 |
| J-81 | 95,71 | 0,1 | 138,37 | 42,6 |
| J-82 | 165 | 0,42 | 184,85 | 19,8 |
| J-83 | 103,9 | 2,56 | 139,59 | 36,6 |
| J-84 | 97,5 | 0,37 | 137,66 | 40,5 |
| J-85 | 97,2 | 0,02 | 137,65 | 40,4 |
| J-86 | 97,52 | 0,1 | 137,65 | 40,1 |
| J-87 | 98,6 | 0,04 | 137,65 | 39 |
| J-88 | 96,95 | 0,16 | 137,58 | 40,5 |
| J-89 | 97,15 | 0,09 | 137,47 | 40,2 |
| J-90 | 97,1 | 0,21 | 137,54 | 40,4 |
| J-91 | 96,6 | 0,09 | 137,46 | 40,8 |
| J-92 | 95,9 | 0,21 | 137,5 | 41,5 |
| J-93 | 95,45 | 0,07 | 137,45 | 41,9 |
| J-94 | 95,41 | 0,05 | 137,5 | 42 |
| J-95 | 99,67 | 0,41 | 136,89 | 37,1 |
| J-96 | 99,56 | 0,38 | 136,7 | 37,1 |
| J-97 | 97,92 | 0,09 | 136,69 | 38,7 |
| J-98 | 99,41 | 0,05 | 136,7 | 37,2 |
| J-99 | 96,9 | 0,43 | 136,54 | 39,6 |
| J-100 | 94,33 | 0,92 | 138,04 | 43,6 |
| J-101 | 131,89 | 0,79 | 184,62 | 52,6 |
| J-102 | 109,2 | 0,16 | 147,66 | 38,4 |
| J-17' | 98,96 | 1,57 | 140,2 | 41,2 |
| J-105 | 111,14 | 1,08 | 146,05 | 34,8 |
| J-106 | 112,35 | 0,47 | 146,83 | 34,4 |
| J-107 | 115,86 | 0,66 | 146,64 | 30,7 |
| J-108 | 115,76 | 0,69 | 146,48 | 30,7 |
| J-109 | 120,96 | 0,29 | 146,74 | 25,7 |
| J-110 | 122 | 0,29 | 146,56 | 24,5 |
| J-111 | 123,23 | 0,25 | 146,43 | 23,2 |

Tableau 43 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-112 | 105,86 | 2,04 | 144,34 | 38,4 |
| J-113 | 96,15 | 1,06 | 138,37 | 42,1 |
| J-104 | 130,23 | 1,5 | 184,42 | 54,1 |
| J-103 | 130,25 | 1,31 | 183,59 | 53,2 |

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 et elle a pris une plage entre (23 et 50) dans le cas de pointe et même le cas de 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-78 et J-2), 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

Pour le nœud J-78 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 2,75 m.c.e



Figure 28 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-78

Figure 29 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de pointe 8 h :

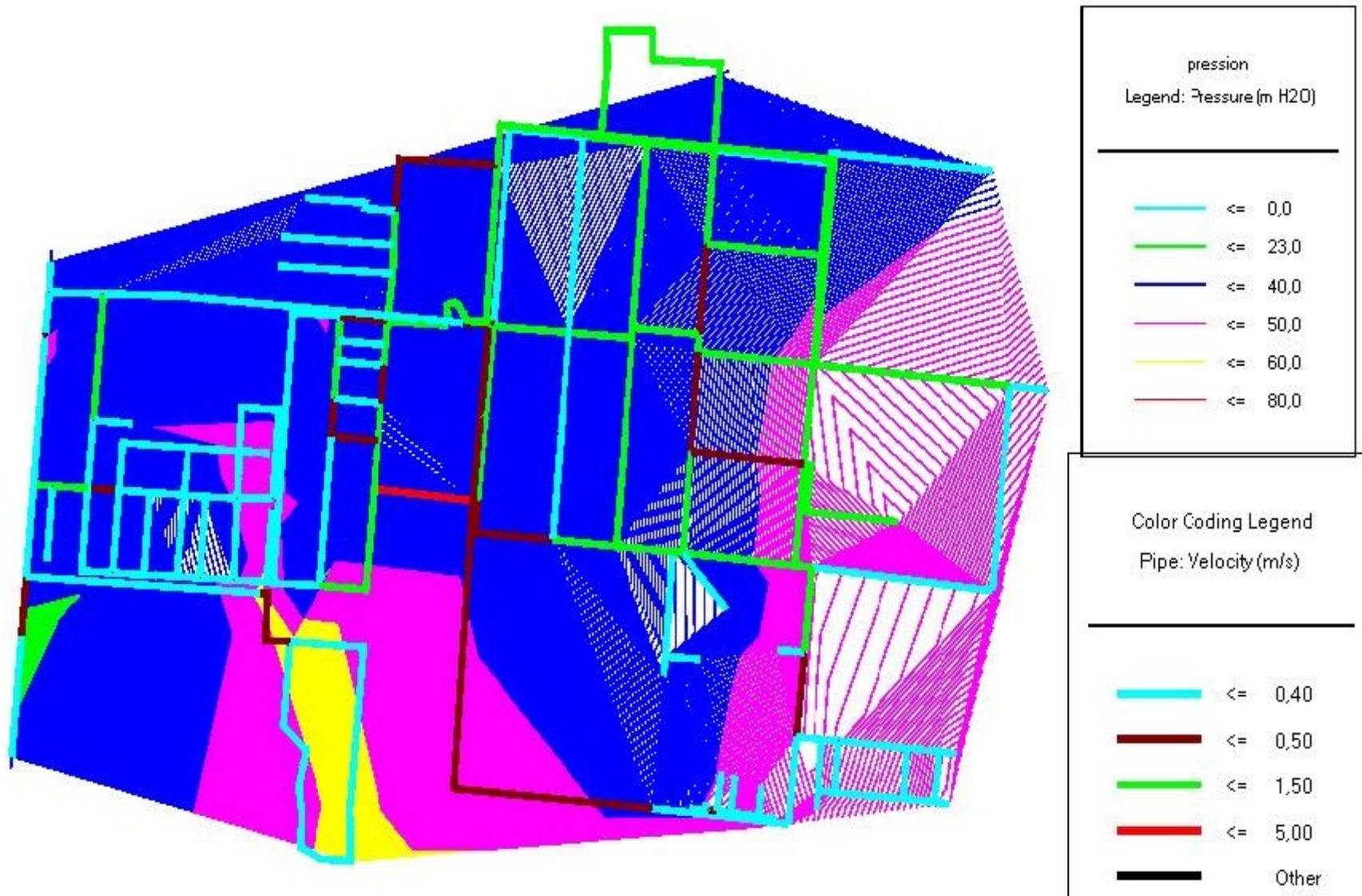
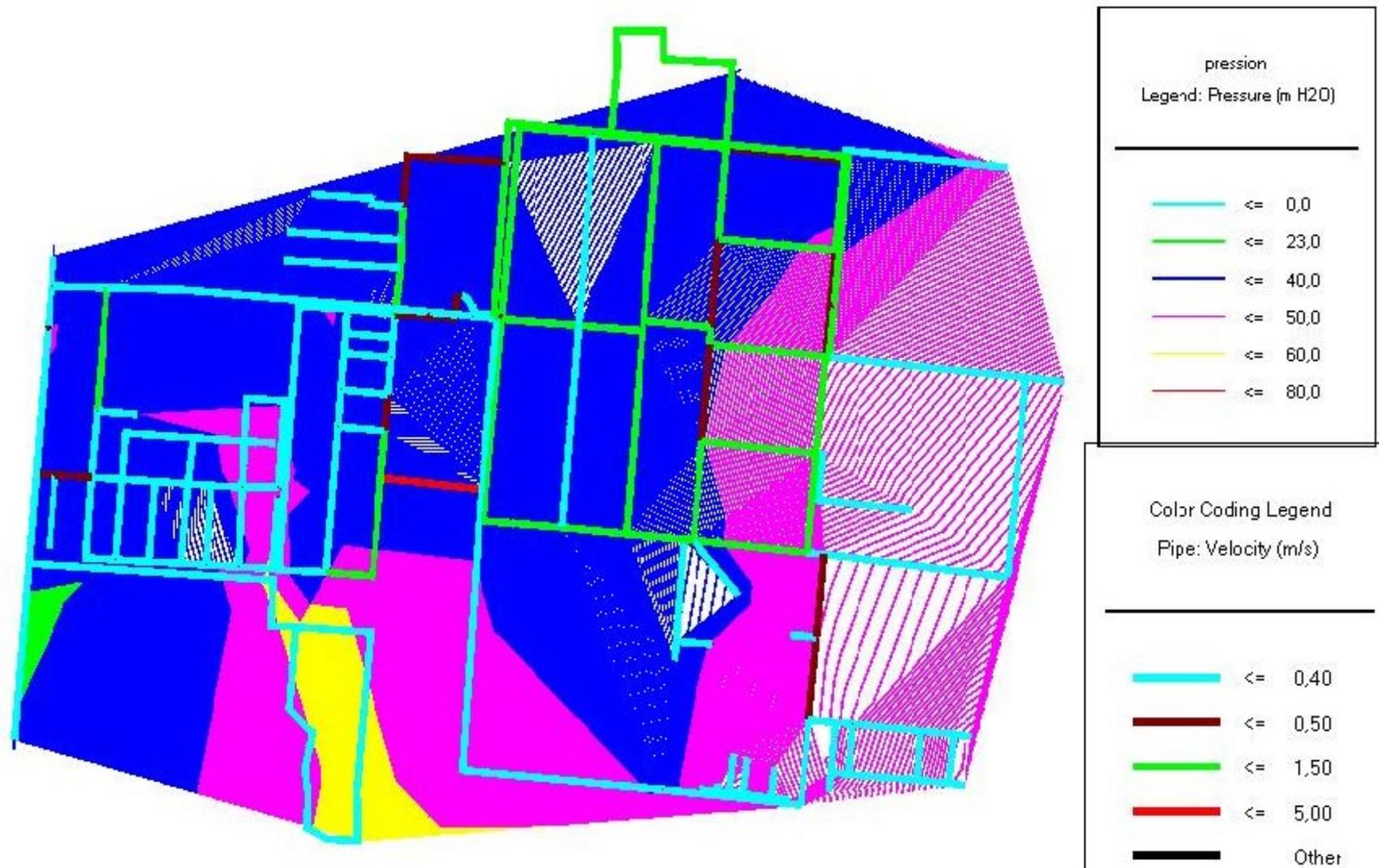


Figure 30 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau actuellement après réhabilitation a l'heure de consommation minimale 00 h



Pour le nœud J-2 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 0,5 m.c.e

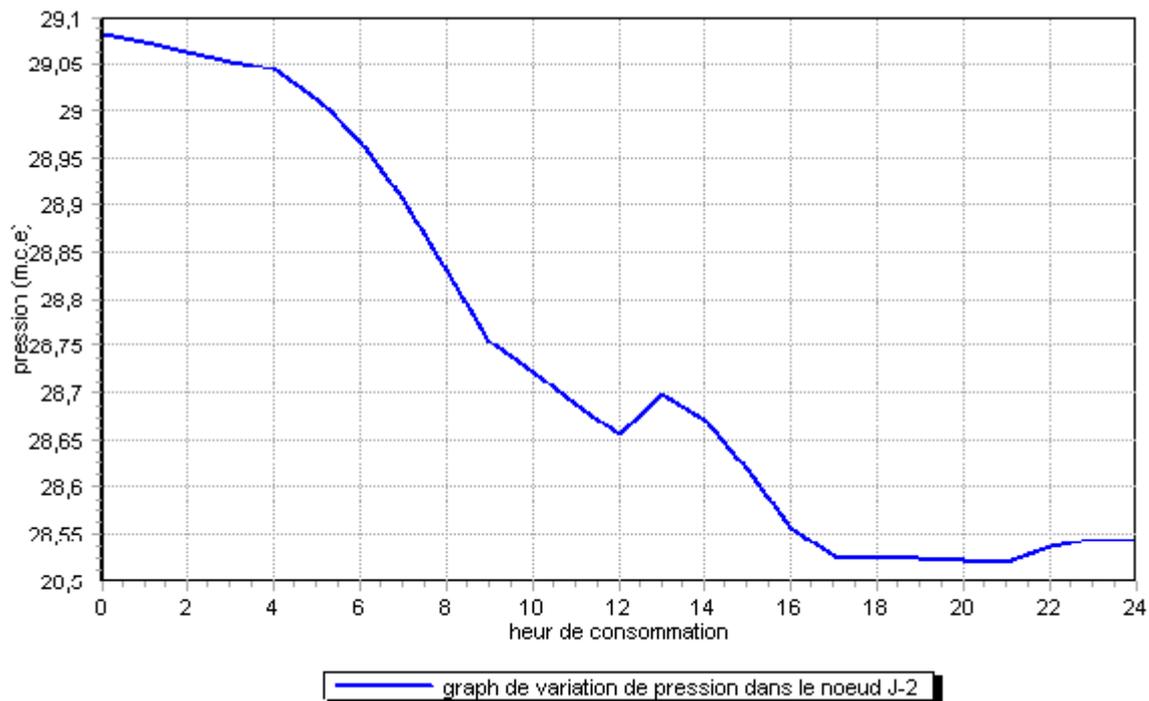


Figure 31 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2

- 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).
- Le débit sortant du réservoir 1200 m³ a été optimisé par rapport au cas précédant.

4.2 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 qui est dans notre cas le nœud N°27.

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud N°27 qui devient :

$$Q_{N^{\circ}27} = 1,56 + 17 = \mathbf{18,56 \text{ (L/S)}}$$

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse et perte de charge) sont représentés dans le tableau 44.

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression et demande) sont représentés dans le tableau 45.

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.

Tableau 44 : 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-2 | 250 | 22,47 | 0,46 | 0,004 |
| P-4 | 90 | 2,77 | 0,44 | 0,204 |
| P-6 | 100 | 9,8 | 1,25 | 0,305 |
| P-7 | 200 | 36,45 | 1,16 | 0,023 |
| P-8 | 100 | 0,17 | 0,02 | 0,001 |
| P-9 | 100 | 0,59 | 0,08 | 0,016 |
| P-10 | 100 | 1,99 | 0,25 | 0,098 |
| P-11 | 250 | 21,78 | 0,44 | 0,051 |
| P-12 | 30 | 0,36 | 0,51 | 2,408 |
| P-13 | 250 | 17,23 | 0,35 | 0,051 |
| P-14 | 100 | 3,88 | 0,49 | 0,091 |
| P-15 | 50 | 0,87 | 0,44 | 0,077 |
| P-16 | 100 | 4,43 | 0,56 | 0,082 |
| P-17 | 80 | 7,46 | 1,48 | 0,843 |
| P-18 | 80 | 3,51 | 0,7 | 0,727 |
| P-19 | 50 | 2,86 | 1,46 | 1,388 |
| P-20 | 100 | 2,89 | 0,37 | 0,054 |
| P-21 | 80 | 7,6 | 1,51 | 0,741 |
| P-23 | 33 | 0,29 | 0,34 | 0,19 |
| P-24 | 150 | 27,46 | 1,55 | 0,508 |
| P-25 | 125 | 12,22 | 1 | 0,768 |
| P-26 | 150 | 27,31 | 1,55 | 1,231 |
| P-27 | 250 | 6,01 | 0,12 | 0,005 |
| P-28 | 100 | 2,51 | 0,32 | 0,138 |
| P-29 | 50 | 0,62 | 0,32 | 0,039 |
| P-30 | 125 | 7,2 | 0,59 | 0,263 |
| P-31 | 100 | 2,42 | 0,31 | 0,041 |
| P-32 | 40 | 1,67 | 1,33 | 6,129 |
| P-33 | 50 | 2,27 | 1,16 | 0,771 |
| P-34 | 60 | 0,84 | 0,3 | 0,048 |
| P-35 | 150 | 6,67 | 0,38 | 0,364 |
| P-37 | 80 | 7,24 | 1,44 | 1,223 |
| P-38 | 100 | 2,12 | 0,27 | 0,031 |
| P-39 | 50 | 0,52 | 0,26 | 0,197 |
| P-40 | 150 | 20,76 | 1,17 | 0,572 |
| P-41 | 110 | 2,47 | 0,26 | 0,022 |
| P-42 | 60 | 2,08 | 0,74 | 1,338 |
| P-43 | 150 | 7,77 | 0,44 | 0,311 |
| P-44 | 60 | 0,68 | 0,24 | 0,071 |
| P-45 | 80 | 6,03 | 1,2 | 1,653 |
| P-46 | 100 | 1,87 | 0,24 | 0,025 |
| P-47 | 100 | 7,23 | 0,92 | 1,38 |
| P-48 | 125 | 6,12 | 0,5 | 0,204 |
| P-49 | 125 | 6,28 | 0,51 | 0,24 |
| P-50 | 60 | 0,62 | 0,22 | 0,037 |

Tableau 44 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-54 | 40 | 0,26 | 0,2 | 0,168 |
| P-56 | 110 | 1,88 | 0,2 | 0,008 |
| P-57 | 80 | 0,98 | 0,2 | 0,029 |
| P-58 | 90 | 8,21 | 1,29 | 0,189 |
| P-59 | 50 | 0,87 | 0,44 | 0,739 |
| P-60 | 80 | 6,47 | 1,29 | 1,011 |
| P-62 | 125 | 14,27 | 1,16 | 1,279 |
| P-63 | 150 | 7,83 | 0,44 | 0,208 |
| P-64 | 100 | 2,12 | 0,27 | 0,148 |
| P-65 | 26 | 0,09 | 0,18 | 0,102 |
| P-66 | 125 | 15,11 | 1,23 | 1,115 |
| P-67 | 50 | 0,33 | 0,17 | 0,034 |
| P-68 | 40 | 0,21 | 0,17 | 0,125 |
| P-69 | 40 | 0,21 | 0,16 | 0,175 |
| P-70 | 26 | 0,09 | 0,16 | 0,08 |
| P-71 | 60 | 0,46 | 0,16 | 0,05 |
| P-72 | 60 | 0,45 | 0,16 | 0,157 |
| P-73 | 60 | 1,51 | 0,54 | 1,527 |
| P-74 | 100 | 1,25 | 0,16 | 0,012 |
| P-75 | 125 | 8,22 | 0,67 | 0,333 |
| P-76 | 60 | 0,43 | 0,15 | 0,137 |
| P-77 | 40 | 0,1 | 0,08 | 0,013 |
| P-78 | 50 | 2,31 | 1,18 | 1,457 |
| P-79 | 60 | 2,5 | 0,89 | 1,741 |
| P-80 | 60 | 1,2 | 0,42 | 0,433 |
| P-81 | 40 | 0,18 | 0,14 | 0,058 |
| P-82 | 26 | 0,07 | 0,14 | 0,052 |
| P-83 | 40 | 0,17 | 0,14 | 0,071 |
| P-84 | 110 | 1,2 | 0,13 | 0,015 |
| P-86 | 60 | 0,52 | 0,18 | 0,208 |
| P-87 | 40 | 0,15 | 0,12 | 0,047 |
| P-88 | 40 | 0,1 | 0,08 | 0,024 |
| P-89 | 63 | 0,37 | 0,12 | 0,016 |
| P-90 | 60 | 0,33 | 0,12 | 0,015 |
| P-91 | 125 | 10,67 | 0,87 | 0,437 |
| P-92 | 63 | 0,34 | 0,11 | 0,015 |
| P-93 | 50 | 3,73 | 1,9 | 4,568 |
| P-94 | 125 | 12,29 | 1 | 0,136 |
| P-96 | 33 | 0,08 | 0,09 | 0,016 |
| P-97 | 40 | 0,11 | 0,09 | 0,006 |
| P-98 | 40 | 0,11 | 0,09 | 0,025 |
| P-99 | 50 | 2,35 | 1,2 | 3,039 |
| P-100 | 60 | 1,74 | 0,62 | 0,491 |
| P-101 | 40 | 0,09 | 0,07 | 0,01 |
| P-102 | 60 | 1,84 | 0,65 | 1,941 |

Tableau 44 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-103 | 90 | 0,44 | 0,07 | 0,003 |
| P-104 | 90 | 0,38 | 0,06 | 0,003 |
| P-105 | 60 | 0,48 | 0,17 | 0,045 |
| P-106 | 60 | 0,16 | 0,06 | 0,007 |
| P-107 | 125 | 7,49 | 0,61 | 0,25 |
| P-109 | 60 | 4,18 | 1,48 | 7,164 |
| P-111 | 63 | 0,12 | 0,04 | 0,003 |
| P-112 | 40 | 0,05 | 0,04 | 0,001 |
| P-113 | 40 | 0,05 | 0,04 | 0,001 |
| P-115 | 60 | 2,02 | 0,71 | 1,607 |
| P-116 | 100 | 2,32 | 0,3 | 0,07 |
| P-117 | 150 | 3,6 | 0,2 | 0,178 |
| P-119 | 40 | 0,04 | 0,03 | 0,001 |
| P-120 | 26 | 0,02 | 0,03 | 0,001 |
| P-121 | 60 | 0,36 | 0,13 | 0,027 |
| P-122 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,003 |
| P-123 | 60 | 1,42 | 0,5 | 0,646 |
| P-124 | 50 | 0,05 | 0,02 | 0,001 |
| P-125 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,001 |
| P-126 | 50 | 0,05 | 0,02 | 0 |
| P-127 | 50 | 0,04 | 0,02 | 0 |
| P-128 | 63 | 0,07 | 0,02 | 0 |
| P-129 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0 |
| P-130 | 125 | 8,42 | 0,69 | 0,054 |
| P-131 | 150 | 0,28 | 0,02 | 0 |
| P-132 | 60 | 1,41 | 0,5 | 0,809 |
| P-133 | 100 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| P-134 | 60 | 3,5 | 1,24 | 3,2 |
| P-135 | 75 | 1,03 | 0,23 | 0,005 |
| P-136 | 100 | 3,76 | 0,48 | 2,039 |
| P-221 | 90 | 3,29 | 0,52 | 0,281 |
| P-0 | 200 | 29,02 | 0,92 | 0,225 |
| P-52 | 50 | 2,12 | 1,08 | 1,265 |
| P-51 | 100 | 1,69 | 0,22 | 0,015 |
| P-5 | 100 | 9,31 | 1,18 | 0,523 |
| P-5 | 100 | 9,31 | 1,18 | 0,013 |
| P-61 | 200 | 45,32 | 1,44 | 1,772 |
| P-149 | 90 | 3,24 | 0,51 | 0,153 |
| P-150 | 90 | 2,48 | 0,39 | 0,056 |
| P-151 | 90 | 1,53 | 0,24 | 0,027 |
| P-152 | 90 | 0,59 | 0,09 | 0,022 |
| P-153 | 50 | 0,29 | 0,15 | 0,085 |
| P-154 | 50 | 0,29 | 0,15 | 0,08 |
| P-155 | 50 | 0,25 | 0,13 | 0,051 |
| P-61' | 200 | 44,84 | 1,43 | 1,695 |

Tableau 44 suite

| conduite | Diamètre (mm) | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|---------------|-------------|---------------|---------------------|
| P-62" | 200 | 39,65 | 1,26 | 4,103 |
| P-159 | 63 | 3,15 | 1,01 | 4,675 |
| P-53 | 60 | 1,63 | 0,58 | 1,822 |
| P-53' | 60 | 0,1 | 0,03 | 0,002 |
| P-160 | 50 | 0,47 | 0,24 | 0,322 |
| P-55 | 100 | 12,25 | 1,56 | 10,982 |
| P-108 | 60 | 2,13 | 0,75 | 2,104 |
| P-157 | 50 | 0,67 | 0,34 | 0,827 |
| P-158 | 50 | 0,64 | 0,33 | 0,827 |
| P-156 | 90 | 2,81 | 0,44 | 0,202 |
| P-1 | 200 | 16,69 | 0,53 | 0,015 |
| P-36 | 250 | 6,32 | 0,13 | 0,016 |
| P-22 | 250 | 6,73 | 0,14 | 0,028 |

Tableau 45 : Les résultats de la simulation pour les nœuds cas de pointe + incendie

| Nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m.c.e) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|------------------|
| J-1 | 107,7 | 0,38 | 147,47 | 39,7 |
| J-2 | 106,88 | 1,26 | 135,45 | 28,5 |
| J-3 | 104,64 | 1,28 | 136,18 | 31,5 |
| J-4 | 103,83 | 0,9 | 135,97 | 32,1 |
| J-5 | 138,23 | 0,65 | 166,68 | 28,4 |
| J-6 | 101,13 | 0,78 | 136,31 | 35,1 |
| J-7 | 102,73 | 0,66 | 137,83 | 35 |
| J-8 | 102,56 | 0,62 | 138,02 | 35,4 |
| J-9 | 101,14 | 0,42 | 138,46 | 37,2 |
| J-10 | 100,87 | 0,56 | 138,6 | 37,6 |
| J-11 | 100,07 | 0,75 | 137,95 | 37,8 |
| J-12 | 99,37 | 0,72 | 136,61 | 37,2 |
| J-13 | 99,12 | 0,17 | 136,54 | 37,3 |
| J-14 | 96,74 | 0,56 | 137,99 | 41,2 |
| J-15 | 97,63 | 1,11 | 138,76 | 41 |
| J-16 | 95,88 | 0,36 | 136,35 | 40,4 |
| J-17 | 98,97 | 0,78 | 139,87 | 40,8 |
| J-18 | 100,4 | 0,76 | 139,63 | 39,2 |
| J-19 | 100,42 | 0,94 | 136,43 | 35,9 |
| J-20 | 102,91 | 0,86 | 136,29 | 33,3 |
| J-21 | 102,38 | 0,72 | 138,03 | 35,6 |
| J-22 | 102,99 | 0,8 | 139,33 | 36,3 |
| J-23 | 104,24 | 0,76 | 136,08 | 31,8 |
| J-24 | 105,73 | 1,25 | 135,82 | 30 |

Tableau 45 suite

| Nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m.c.e) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|------------------|
| J-25 | 112,02 | 0,45 | 145,95 | 33,9 |
| J-26 | 113,71 | 1,04 | 145,38 | 31,6 |
| J-27 | 123,85 | 18,56 | 134,4 | 10,5 |
| J-28 | 120,98 | 0,55 | 141,56 | 20,5 |
| J-29 | 118,83 | 0,29 | 142,57 | 23,7 |
| J-30 | 115,96 | 0,26 | 143,8 | 27,8 |
| J-31 | 114,17 | 0,22 | 144,54 | 30,3 |
| J-32 | 112,27 | 0,22 | 144,57 | 32,2 |
| J-33 | 111,71 | 0,25 | 143,79 | 32 |
| J-34 | 114,8 | 0,29 | 142,53 | 27,7 |
| J-35 | 115,7 | 0,32 | 141,07 | 25,3 |
| J-36 | 116,72 | 0,73 | 136,5 | 19,7 |
| J-37 | 136,86 | 0,07 | 166,68 | 29,8 |
| J-38 | 136 | 1,36 | 166,68 | 30,6 |
| J-39 | 100,15 | 1,77 | 137,54 | 37,3 |
| J-40 | 152 | 0,71 | 184,74 | 32,7 |
| J-41 | 158 | 0,95 | 184,79 | 26,7 |
| J-42 | 149 | 0,6 | 172,88 | 23,8 |
| J-43 | 142 | 0,55 | 172,81 | 30,7 |
| J-44 | 133 | 0,1 | 172,79 | 39,7 |
| J-45 | 147 | 0,63 | 172,79 | 25,7 |
| J-46 | 148 | 0,55 | 172,74 | 24,7 |
| J-47 | 142 | 0,35 | 172,71 | 30,6 |
| J-48 | 137 | 0,36 | 172,73 | 35,7 |
| J-49 | 138 | 0,44 | 172,69 | 34,6 |
| J-50 | 136 | 0,33 | 172,68 | 36,6 |
| J-51 | 136 | 0,34 | 172,67 | 36,6 |
| J-52 | 135,02 | 0,32 | 172,64 | 37,5 |
| J-53 | 131,85 | 0,47 | 172,6 | 40,7 |
| J-55 | 129,31 | 0,72 | 172,59 | 43,2 |
| J-56 | 129,44 | 0,08 | 172,57 | 43 |
| J-57 | 127,45 | 0,49 | 172,41 | 44,9 |
| J-58 | 134,92 | 0,53 | 172,66 | 37,7 |
| J-59 | 153 | 0,32 | 184,44 | 31,4 |
| J-60 | 156 | 0,18 | 184,38 | 28,3 |
| J-61 | 160 | 0,28 | 184,84 | 24,8 |
| J-62 | 136,48 | 0,52 | 172,66 | 36,1 |
| J-63 | 94,69 | 0,42 | 137,43 | 42,6 |
| J-64 | 94,77 | 0,46 | 137,42 | 42,6 |
| J-65 | 94,97 | 0,45 | 137,63 | 42,6 |
| J-66 | 96,5 | 0,07 | 137,63 | 41 |
| J-67 | 95,28 | 0,69 | 137,91 | 42,5 |
| J-68 | 94,72 | 0,23 | 137,4 | 42,6 |
| J-69 | 94,62 | 0,21 | 137,39 | 42,7 |
| J-70 | 94,24 | 0,05 | 137,39 | 43,1 |

Tableau 45 suite

| Nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m.c.e) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|------------------|
| J-71 | 94,12 | 0,34 | 137,38 | 43,2 |
| J-72 | 94,34 | 0,34 | 137,4 | 43 |
| J-73 | 93,08 | 0,38 | 137,38 | 44,2 |
| J-74 | 92,82 | 0,37 | 137,38 | 44,5 |
| J-75 | 92,07 | 0,24 | 137,38 | 45,2 |
| J-76 | 91,98 | 0,04 | 137,38 | 45,3 |
| J-77 | 92,2 | 0,25 | 137,38 | 45,1 |
| J-78 | 91,98 | 0,05 | 137,38 | 45,3 |
| J-79 | 107,39 | 0,94 | 135,77 | 28,3 |
| J-80 | 127,88 | 0,26 | 172,49 | 44,5 |
| J-81 | 95,71 | 0,1 | 138,07 | 42,3 |
| J-82 | 165 | 0,42 | 184,85 | 19,8 |
| J-83 | 103,9 | 2,56 | 139,58 | 35,6 |
| J-84 | 97,5 | 0,37 | 137,44 | 39,9 |
| J-85 | 97,2 | 0,02 | 137,44 | 40,2 |
| J-86 | 97,52 | 0,1 | 137,44 | 39,8 |
| J-87 | 98,6 | 0,04 | 137,44 | 38,8 |
| J-88 | 96,95 | 0,16 | 137,36 | 40,3 |
| J-89 | 97,15 | 0,09 | 137,26 | 40 |
| J-90 | 97,1 | 0,21 | 137,32 | 40,1 |
| J-91 | 96,6 | 0,09 | 137,24 | 40,6 |
| J-92 | 95,9 | 0,21 | 137,29 | 41,3 |
| J-93 | 95,45 | 0,07 | 137,23 | 41,7 |
| J-94 | 95,41 | 0,05 | 137,29 | 41,8 |
| J-95 | 99,67 | 0,41 | 136,56 | 36,8 |
| J-96 | 99,56 | 0,38 | 136,36 | 36,7 |
| J-97 | 97,92 | 0,09 | 136,35 | 38,4 |
| J-98 | 99,41 | 0,05 | 136,36 | 36,9 |
| J-99 | 96,9 | 0,43 | 136,3 | 39,3 |
| J-100 | 94,33 | 0,92 | 137,75 | 43,3 |
| J-101 | 131,89 | 0,79 | 184,62 | 52,6 |
| J-102 | 109,2 | 0,16 | 147,18 | 37,9 |
| J-17' | 98,96 | 1,57 | 139,9 | 40,9 |
| J-105 | 111,14 | 1,08 | 145,7 | 34,5 |
| J-106 | 112,35 | 0,47 | 145,8 | 33,4 |
| J-107 | 115,86 | 0,66 | 145,74 | 29,8 |
| J-108 | 115,76 | 0,69 | 145,72 | 29,9 |
| J-109 | 120,96 | 0,29 | 145,71 | 24,7 |
| J-110 | 122 | 0,29 | 145,66 | 23,6 |
| J-111 | 123,23 | 0,25 | 145,67 | 22,4 |
| J-112 | 105,86 | 2,04 | 144 | 38,1 |
| J-113 | 96,15 | 1,06 | 138,07 | 41,8 |
| J-104 | 130,23 | 1,5 | 184,42 | 54,1 |
| J-103 | 130,25 | 1,31 | 183,59 | 53,2 |

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 (nœud J-27) 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 2030.

Introduction

Après avoir vue l'état actuel du réseau d'AEP de la ville d'Ahmer El Ain, 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 2030.

1. Calcule des débits aux nœuds pour 2030

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 2030.

Donc nous avons :

- Le débit moyen journalier $Q_{moy,j} = 6718,63 \text{ m}^3/j$;
- Le débit maximal journalier $Q_{max,j} = 8734,22 \text{ m}^3/j$;
- Le débit minimal journalier $Q_{min,j} = 6046,77 \text{ m}^3/j$;
- Le débit maximal horaire $Q_{max,h} = 606,67 \text{ m}^3/h$;
- Le débit minimal horaire $Q_{min,h} = 94,26 \text{ m}^3/h$;
- Le débit de pointe a 8 heur $Q_{pnt} = 545,89 \text{ m}^3/h$.

1.1 Cas de pointe

1.1.1 Débit en route

$$= - \sum$$

Avec : $Q = Q = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc : $Q_{rte} = Q_{pte} = 151,64 \text{ l/s}$

1.1.2 Le débit spécifique

$$= \frac{151,64}{\sum} = \frac{151,64}{14153,9} = , \quad (/ /)$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

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

1.1.3 Le débit route pour chaque tronçon

$$= \times$$

l_i : la longueur du tronçon i

1.1.4 Débits aux nœuds (nodaux)

$$= , \times + / .$$

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 d'Ahmer El Ain pour l'horizon 2030 sont donnés dans le tableau 47 suivant :

Tableau 46 : calcule des aux nœuds a l'horizon 2030

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q_{sp} l/s/ml | Q_r l/s | $0.5\sum Q_r$ l/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|-----|------------|-----------------|-----------|-------------------|---|---|---|-------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|---|---------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|---|---------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|----|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|----|---------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---------|--------|---|---|---|---------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|---|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|---|--------|--------|---|----|--------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|---|----|--------|--------|---|----|--------|--------|----|----|---|--------|--------|--------|----|----|---------|--------|----|----|---------|--------|----|----|----|---------|--------|--------|----|----|---------|--------|----|----|---------|--------|----|----|----|---------|--------|--------|----|----|------|--------|----|----|--------|--------|----|----|----|------|
| | du | au | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 9,144 | 0,01071 | 0,0979 | 0,9364 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 105 | 165,72 | | 1,7749 | | 2 | 2 | 1 | 9,144 | 0,0979 | 3,1159 | 2 | 3 | 89,916 | 0,9630 | 2 | 79 | 188,824 | 2,0223 | 2 | 24 | 293,98 | 3,1485 | 3 | 3 | 2 | 89,916 | 0,9630 | 3,1575 | 3 | 4 | 217,627 | 2,3308 | 3 | 7 | 74,981 | 0,8030 | 3 | 24 | 207,112 | 2,2182 | 4 | 4 | 3 | 217,627 | 2,3308 | 2,2165 | 4 | 6 | 75,133 | 0,8047 | 4 | 79 | 121,158 | 1,2976 | 5 | 5 | 38 | 64,008 | 0,6855 | 1,6028 | 5 | 37 | 31,699 | 0,3395 | 5 | 40 | 203,606 | 2,1806 | 6 | 6 | 4 | 75,133 | 0,8047 | 1,9309 | 6 | 95 | 67,056 | 0,7182 | 6 | 7 | 218,389 | 2,3389 | 7 | 7 | 6 | 218,389 | 2,3389 | 1,6314 | 7 | 3 | 74,981 | 0,8030 | 7 | 8 | 11,278 | 0,1208 | 8 | 8 | 7 | 11,278 | 0,1208 | 1,5269 | 8 | 9 | 78,943 | 0,8455 | 8 | 23 | 194,92 | 2,0876 | 9 | 9 | 8 | 78,943 | 0,8455 | 1,0373 | 9 | 10 | 18,745 | 0,2008 | 9 | 21 | 96,012 | 1,0283 | 10 | 10 | 9 | 18,745 | 0,2008 | 1,3915 | 10 | 11 | 105,461 | 1,1295 | 10 | 17 | 135,636 | 1,4527 | 11 | 11 | 10 | 105,461 | 1,1295 | 1,8485 | 11 | 12 | 104,394 | 1,1181 | 11 | 15 | 135,331 | 1,4494 | 12 | 12 | 11 | 104,394 | 1,1181 | 1,7693 | 12 | 13 | 79,4 | 0,8504 | 12 | 95 | 11,582 | 0,1240 | 13 | 13 | 12 | 79,4 |
| 2 | 2 | 1 | 9,144 | | 0,0979 | 3,1159 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 89,916 | | 0,9630 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 79 | 188,824 | | 2,0223 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 24 | 293,98 | | 3,1485 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 2 | 89,916 | | 0,9630 | 3,1575 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 217,627 | | 2,3308 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 7 | 74,981 | | 0,8030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 24 | 207,112 | | 2,2182 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | 3 | 217,627 | | 2,3308 | 2,2165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 6 | 75,133 | | 0,8047 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 79 | 121,158 | | 1,2976 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5 | 38 | 64,008 | | 0,6855 | 1,6028 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 37 | 31,699 | | 0,3395 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 40 | 203,606 | | 2,1806 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | 4 | 75,133 | | 0,8047 | 1,9309 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 95 | 67,056 | | 0,7182 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 7 | 218,389 | | 2,3389 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 7 | 6 | 218,389 | | 2,3389 | 1,6314 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 3 | 74,981 | 0,8030 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 8 | 11,278 | 0,1208 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8 | 7 | 11,278 | 0,1208 | 1,5269 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 9 | 78,943 | 0,8455 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 23 | 194,92 | 2,0876 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9 | 8 | 78,943 | 0,8455 | 1,0373 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 10 | 18,745 | 0,2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 21 | 96,012 | 1,0283 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10 | 9 | 18,745 | 0,2008 | 1,3915 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 11 | 105,461 | 1,1295 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 17 | 135,636 | 1,4527 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 11 | 10 | 105,461 | 1,1295 | 1,8485 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | 12 | 104,394 | 1,1181 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | 15 | 135,331 | 1,4494 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12 | 11 | 104,394 | 1,1181 | 1,7693 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 13 | 79,4 | 0,8504 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | 95 | 11,582 | 0,1240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 13 | 12 | 79,4 | 0,8504 | 0,4252 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tableau 46 suite

| N° de Nœud | Tronçon du | au | longueur m | Q_{sp} l/s/ml | Q_r l/s | $0,5\sum Q_r$ l/s |
|------------|------------|-----|------------|--------------------|--------------|----------------------|
| 14 | 14 | 12 | 135,026 | 0,01071 | 1,4461 | 1,3866 |
| | 14 | 67 | 19,05 | | 0,2040 | |
| | 14 | 15 | 104,851 | | 1,1230 | |
| 15 | 14 | 15 | 104,851 | | 1,1230 | 2,7470 |
| | 15 | 11 | 135,331 | | 1,4494 | |
| | 15 | 16 | 167,183 | | 1,7905 | |
| | 15 | 17 | 105,613 | | 1,1311 | |
| 16 | 16 | 15 | 167,183 | | 1,7905 | 0,8953 |
| 17 | 17 | 15 | 105,613 | | 1,1311 | 1,9309 |
| | 17 | 18 | 115,519 | | 1,2372 | |
| | 17 | 17' | 3,81 | | 0,0408 | |
| | 17 | 10 | 135,636 | | 1,4527 | |
| 18 | 18 | 17 | 115,519 | | 1,2372 | 1,8721 |
| | 18 | 19 | 97,993 | | 1,0495 | |
| | 18 | 21 | 136,093 | | 1,4576 | |
| 19 | 19 | 18 | 97,993 | | 1,0495 | 2,3283 |
| | 19 | 99 | 200,406 | | 2,1463 | |
| | 19 | 20 | 136,398 | | 1,4608 | |
| 20 | 20 | 19 | 136,398 | | 1,4608 | 2,1137 |
| | 20 | 23 | 79,248 | | 0,8487 | |
| | 20 | 21 | 99,06 | | 1,0609 | |
| | 20 | 22 | 80,01 | | 0,8569 | |
| 21 | 21 | 20 | 99,06 | | 1,0609 | 1,7734 |
| | 21 | 18 | 136,093 | | 1,4576 | |
| | 21 | 9 | 96,012 | | 1,0283 | |
| 22 | 22 | 112 | 286,41 | | 3,0675 | 1,9622 |
| | 22 | 20 | 80,01 | | 0,8569 | |
| 23 | 23 | 20 | 79,248 | 0,8487 | 1,8705 | |
| | 23 | 24 | 75,133 | 0,8047 | | |
| | 23 | 8 | 194,92 | 2,0876 | | |
| 24 | 24 | 2 | 293,98 | 3,1485 | 3,0857 | |
| | 24 | 3 | 207,112 | 2,2182 | | |
| | 24 | 23 | 75,133 | 0,8047 | | |
| 25 | 25 | 26 | 55,778 | 0,5974 | 1,0989 | |
| | 25 | 106 | 50,52 | 0,5411 | | |
| | 25 | 32 | 25,908 | 0,2775 | | |
| | 25 | 102 | 73 | 0,7818 | | |
| 26 | 25 | 26 | 55,778 | 0,5974 | 2,5675 | |
| | 31 | 26 | 25,603 | 0,2742 | | |
| | 26 | 27 | 398,069 | 4,2633 | | |
| 27 | 27 | 26 | 398,069 | 4,2633 | 3,8536 | |
| | 27 | 28 | 158,344 | 1,6959 | | |
| | 27 | 36 | 163,22 | 1,7481 | | |

Tableau 46 suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|---------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 28 | 28 | 27 | 158,344 | 0,01071 | 1,6959 | 1,3580 |
| | 28 | 29 | 39,929 | | 0,4276 | |
| | 28 | 35 | 55,321 | | 0,5925 | |
| 29 | 29 | 28 | 39,929 | | 0,4276 | 0,7255 |
| | 29 | 30 | 40,081 | | 0,4293 | |
| | 29 | 34 | 55,474 | | 0,5941 | |
| 30 | 30 | 29 | 40,081 | | 0,4293 | 0,6292 |
| | 30 | 31 | 21,946 | | 0,2350 | |
| | 30 | 33 | 55,474 | | 0,5941 | |
| 31 | 31 | 30 | 21,946 | | 0,2350 | 0,5517 |
| | 31 | 32 | 55,474 | | 0,5941 | |
| | 31 | 26 | 25,603 | | 0,2742 | |
| 32 | 32 | 31 | 55,474 | | 0,5941 | 0,5525 |
| | 32 | 25 | 25,908 | | 0,2775 | |
| | 32 | 33 | 21,793 | | 0,2334 | |
| 33 | 33 | 32 | 21,793 | | 0,2334 | 0,6284 |
| | 33 | 30 | 55,474 | | 0,5941 | |
| | 33 | 34 | 40,081 | | 0,4293 | |
| 34 | 34 | 33 | 40,081 | | 0,4293 | 0,7247 |
| | 34 | 29 | 55,474 | | 0,5941 | |
| | 34 | 35 | 39,776 | | 0,4260 | |
| 35 | 35 | 28 | 55,321 | 0,5925 | 0,7802 | |
| | 35 | 34 | 39,776 | 0,4260 | | |
| | 35 | 36 | 50,597 | 0,5419 | | |
| 36 | 36 | 27 | 163,22 | 1,7481 | 1,8003 | |
| | 36 | 35 | 50,597 | 0,5419 | | |
| | 36 | 79 | 122,377 | 1,3107 | | |
| 37 | 37 | 5 | 31,699 | 0,3395 | 0,1697 | |
| 38 | 38 | 83 | 425,501 | 4,5571 | 3,3419 | |
| | 38 | 5 | 64,008 | 0,6855 | | |
| | 38 | 43 | 134,569 | 1,4412 | | |
| 39 | 39 | 84 | 63,398 | 0,6790 | 4,3604 | |
| | 39 | 83 | 750,875 | 8,0419 | | |
| 40 | 40 | 5 | 203,606 | 2,1806 | 1,7407 | |
| | 40 | 41 | 99,67 | 1,0675 | | |
| | 40 | 59 | 21,793 | 0,2334 | | |
| 41 | 41 | 40 | 99,67 | 1,0675 | 2,3520 | |
| | 41 | 82 | 63,246 | 0,6774 | | |
| | 41 | 101 | 276,301 | 2,9592 | | |
| 42 | 42 | 43 | 71,628 | 0,7671 | 1,4714 | |
| | 42 | 45 | 35,966 | 0,3852 | | |
| | 42 | 46 | 124,816 | 1,3368 | | |
| | 42 | 59 | 42,367 | 0,4538 | | |

Tableau 46 suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|---------------|---------|----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 43 | 43 | 42 | 71,628 | 0,01071 | 0,7671 | 1,3604 |
| | 43 | 44 | 47,854 | | 0,5125 | |
| | 43 | 38 | 134,569 | | 1,4412 | |
| 44 | 44 | 43 | 47,854 | | 0,5125 | 0,2563 |
| 45 | 45 | 42 | 35,966 | | 0,3852 | 1,5539 |
| | 45 | 46 | 89,002 | | 0,9532 | |
| | 45 | 48 | 37,033 | | 0,3966 | |
| | 45 | 62 | 128,168 | | 1,3727 | |
| 46 | 46 | 45 | 89,002 | | 0,9532 | 1,3449 |
| | 46 | 42 | 124,816 | | 1,3368 | |
| | 46 | 47 | 37,338 | | 0,3999 | |
| 47 | 47 | 46 | 37,338 | | 0,3999 | 0,8765 |
| | 47 | 48 | 88,392 | | 0,9467 | |
| | 47 | 50 | 37,948 | | 0,4064 | |
| 48 | 48 | 47 | 88,392 | | 0,9467 | 0,8847 |
| | 48 | 45 | 37,033 | | 0,3966 | |
| | 48 | 49 | 39,776 | | 0,4260 | |
| 49 | 49 | 48 | 39,776 | | 0,4260 | 1,0911 |
| | 49 | 50 | 87,63 | | 0,9385 | |
| | 49 | 52 | 26,213 | | 0,2807 | |
| | 49 | 62 | 50,14 | 0,5370 | | |
| 50 | 50 | 49 | 87,63 | 0,9385 | 0,8251 | |
| | 50 | 47 | 37,948 | 0,4064 | | |
| | 50 | 51 | 28,499 | 0,3052 | | |
| 51 | 51 | 50 | 28,499 | 0,3052 | 0,8267 | |
| | 51 | 52 | 86,868 | 0,9304 | | |
| | 51 | 58 | 39,014 | 0,4178 | | |
| 52 | 52 | 51 | 86,868 | 0,9304 | 0,8014 | |
| | 52 | 49 | 26,213 | 0,2807 | | |
| | 52 | 53 | 36,576 | 0,3917 | | |
| 53 | 53 | 52 | 36,576 | 0,3917 | 1,1532 | |
| | 53 | 55 | 49,987 | 0,5354 | | |
| | 53 | 57 | 42,062 | 0,4505 | | |
| | 53 | 58 | 86,716 | 0,9287 | | |
| 55 | 55 | 56 | 36,881 | 0,3950 | 1,7718 | |
| | 55 | 57 | 184,861 | 1,9799 | | |
| | 55 | 53 | 49,987 | 0,5354 | | |
| | 55 | 62 | 59,131 | 0,6333 | | |
| 56 | 56 | 55 | 36,881 | 0,3950 | 0,1975 | |
| 57 | 57 | 53 | 42,062 | 0,4505 | 1,2152 | |
| | 57 | 55 | 184,861 | 1,9799 | | |
| 58 | 58 | 51 | 39,014 | 0,4178 | 1,3066 | |
| | 58 | 53 | 86,716 | 0,9287 | | |
| | 58 | 80 | 118,262 | 1,2666 | | |

Tableau 46 suite

| N° de | Tronçon | | longueur | Q _{sp} | Q _r | 0,5∑Q _r |
|-------|---------|-----|----------|-----------------|----------------|--------------------|
| Nœud | du | au | m | l/s/ml | l/s | l/s |
| 59 | 59 | 40 | 21,793 | 0,01071 | 0,2334 | 0,7826 |
| | 59 | 42 | 42,367 | | 0,4538 | |
| | 59 | 60 | 81,991 | | 0,8781 | |
| 60 | 59 | 60 | 81,991 | | 0,8781 | 0,4391 |
| 61 | 61 | 82 | 128,016 | | 1,3711 | 0,6855 |
| 62 | 62 | 49 | 50,14 | | 0,5370 | 1,2715 |
| | 62 | 45 | 128,168 | | 1,3727 | |
| | 62 | 55 | 59,131 | | 0,6333 | |
| 63 | 63 | 64 | 92,812 | | 0,9940 | 1,0471 |
| | 63 | 84 | 102,718 | | 1,1001 | |
| 64 | 64 | 63 | 92,812 | | 0,9940 | 1,1466 |
| | 64 | 65 | 89,611 | | 0,9597 | |
| | 64 | 68 | 31,699 | | 0,3395 | |
| 65 | 65 | 64 | 89,611 | | 0,9597 | 1,1230 |
| | 65 | 66 | 30,48 | | 0,3264 | |
| | 65 | 67 | 89,611 | | 0,9597 | |
| 66 | 66 | 65 | 30,48 | | 0,3264 | 0,1632 |
| 67 | 67 | 65 | 89,611 | | 0,9597 | 1,6918 |
| | 67 | 14 | 19,05 | | 0,2040 | |
| | 67 | 100 | 207,264 | | 2,2198 | |
| 68 | 68 | 64 | 31,699 | | 0,3395 | 0,5623 |
| | 68 | 72 | 18,745 | | 0,2008 | |
| | 68 | 69 | 54,559 | | 0,5843 | |
| 69 | 69 | 68 | 54,559 | | 0,5843 | 0,5141 |
| | 69 | 70 | 21,336 | | 0,2285 | |
| | 69 | 71 | 20,117 | | 0,2155 | |
| 70 | 70 | 69 | 21,336 | | 0,2285 | 0,1143 |
| 71 | 71 | 69 | 20,117 | | 0,2155 | 0,8357 |
| | 71 | 72 | 54,864 | 0,5876 | | |
| | 71 | 74 | 81,077 | 0,8683 | | |
| 72 | 72 | 68 | 18,745 | 0,2008 | 0,8267 | |
| | 72 | 71 | 54,864 | 0,5876 | | |
| | 72 | 73 | 80,772 | 0,8651 | | |
| 73 | 73 | 72 | 80,772 | 0,8651 | 0,9263 | |
| | 73 | 74 | 53,95 | 0,5778 | | |
| | 73 | 77 | 38,252 | 0,4097 | | |
| 74 | 74 | 73 | 53,95 | 0,5778 | 0,9157 | |
| | 74 | 71 | 81,077 | 0,8683 | | |
| | 74 | 75 | 35,966 | 0,3852 | | |
| 75 | 75 | 74 | 35,966 | 0,3852 | 0,5860 | |
| | 75 | 76 | 19,355 | 0,2073 | | |
| | 75 | 77 | 54,102 | 0,5794 | | |
| 76 | 76 | 75 | 19,355 | 0,2073 | 0,1036 | |

Tableau 46 suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|---------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 80 | 80 | 58 | 118,262 | 0,01071 | 1,2666 | 0,6333 |
| 81 | 81 | 113 | 44,52 | | 0,4768 | 0,2384 |
| 82 | 82 | 41 | 63,246 | | 0,6774 | 1,0242 |
| | 82 | 61 | 128,016 | | 1,3711 | |
| 83 | 83 | 39 | 750,875 | | 8,0419 | 6,2995 |
| | 83 | 38 | 425,501 | | 4,5571 | |
| 84 | 84 | 39 | 63,398 | | 0,6790 | 0,9140 |
| | 84 | 86 | 4,572 | | 0,0490 | |
| | 84 | 63 | 102,718 | | 1,1001 | |
| 85 | 85 | 86 | 7,772 | | 0,0832 | 0,0416 |
| 86 | 86 | 85 | 7,772 | | 0,0832 | 0,2416 |
| | 86 | 87 | 20,269 | | 0,2171 | |
| | 86 | 84 | 4,572 | | 0,0490 | |
| | 86 | 88 | 12,497 | | 0,1338 | |
| 87 | 87 | 86 | 20,269 | | 0,2171 | 0,1085 |
| 88 | 88 | 86 | 12,497 | | 0,1338 | 0,3844 |
| | 88 | 89 | 43,434 | | 0,4652 | |
| | 88 | 90 | 15,85 | | 0,1698 | |
| 89 | 89 | 88 | 43,434 | | 0,4652 | 0,2326 |
| 90 | 90 | 88 | 15,85 | | 0,1698 | 0,5101 |
| | 90 | 91 | 39,776 | | 0,4260 | |
| | 90 | 92 | 39,624 | | 0,4244 | |
| 91 | 91 | 90 | 39,776 | | 0,4260 | 0,2130 |
| 92 | 92 | 90 | 39,624 | | 0,4244 | 0,5133 |
| | 92 | 93 | 34,29 | | 0,3672 | |
| | 92 | 94 | 21,946 | | 0,2350 | |
| 93 | 93 | 92 | 34,29 | | 0,3672 | 0,1836 |
| 94 | 94 | 92 | 21,946 | | 0,2350 | 0,1175 |
| 95 | 95 | 96 | 111,1 | 1,1899 | 1,0160 | |
| | 95 | 6 | 67,056 | 0,7182 | | |
| | 95 | 12 | 11,582 | 0,1240 | | |
| 96 | 96 | 95 | 111,1 | 1,1899 | 0,9377 | |
| | 96 | 98 | 20,726 | 0,2220 | | |
| | 96 | 97 | 43,282 | 0,4636 | | |
| 97 | 97 | 96 | 43,282 | 0,4636 | 0,2318 | |
| 98 | 98 | 96 | 20,726 | 0,2220 | 0,1110 | |
| 99 | 99 | 19 | 200,406 | 2,1463 | 1,0732 | |
| 100 | 100 | 67 | 207,264 | 2,2198 | 2,2686 | |
| | 100 | 113 | 216,37 | 2,3173 | | |
| 101 | 101 | 104 | 86,78 | 0,9294 | 1,9443 | |
| | 101 | 41 | 276,301 | 2,9592 | | |
| 102 | 102 | 25 | 73 | 0,7818 | 0,3909 | |
| 17' | 17' | 17 | 3,81 | 0,0408 | 3,8773 | |
| | 17' | 113 | 228,73 | 2,4497 | | |
| | 17' | 112 | 491,51 | 5,2641 | | |

Tableau 46 suite

| N° de Nœud | Tronçon | | longueur m | Q _{sp} l/s/ml | Q _r l/s | 0,5∑Q _r l/s |
|---------------|---------|-----|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | du | au | | | | |
| 104 | 104 | 101 | 86,78 | 0,01071 | 0,9294 | 3,693 |
| | 104 | 103 | 602,89 | | 6,4570 | |
| 105 | 105 | 112 | 161,71 | | 1,7319 | 2,6566 |
| | 105 | 108 | 168,67 | | 1,8065 | |
| | 105 | 1 | 165,72 | | 1,7749 | |
| 106 | 106 | 107 | 30,15 | | 0,3229 | 1,1594 |
| | 106 | 109 | 135,83 | | 1,4547 | |
| | 106 | 25 | 50,52 | | 0,5411 | |
| 107 | 107 | 106 | 135,83 | | 1,4547 | 1,6297 |
| | 107 | 108 | 35,62 | | 0,3815 | |
| | 107 | 110 | 132,89 | | 1,4233 | |
| 108 | 108 | 105 | 168,67 | | 1,8065 | 1,7010 |
| | 108 | 107 | 35,62 | | 0,3815 | |
| | 108 | 111 | 113,36 | | 1,2141 | |
| 109 | 109 | 106 | 135,83 | | 1,4547 | 0,7274 |
| 110 | 110 | 107 | 132,89 | | 1,4233 | 0,7116 |
| 111 | 111 | 108 | 113,36 | | 1,2141 | 0,6070 |
| 112 | 112 | 105 | 161,71 | | 1,7319 | 5,0317 |
| | 112 | 22 | 286,41 | | 3,0675 | |
| | 112 | 17' | 491,51 | | 5,2641 | |
| 113 | 113 | 17' | 228,73 | 2,4497 | 2,6219 | |
| | 113 | 81 | 44,52 | 0,4768 | | |
| | 113 | 100 | 216,37 | 2,3173 | | |
| 103 | 103 | 104 | 602,89 | 6,4570 | 3,228 | |
| 77 | 77 | 75 | 54,102 | 0,5794 | 0,6088 | |
| | 77 | 73 | 38,252 | 0,4097 | | |
| | 77 | 78 | 21,336 | 0,2285 | | |
| 78 | 78 | 77 | 21,336 | 0,2285 | 0,1143 | |
| 79 | 79 | 36 | 122,377 | 1,3107 | 2,3153 | |
| | 79 | 2 | 188,824 | 2,0223 | | |
| | 79 | 4 | 121,158 | 1,2976 | | |

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 qui est dans notre cas le nœud N°27.

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud N°27 qui devient :

$$Q_{N^{27}} = 3,85 + 17 = 20,85 \text{ (L/S)}$$

2. Réhabilitation de réseau au cours des années

Après simulation de réseau on remarque que :

2.1 De l'état actuel au 2015

Le réseau a très bon fonctionnement hydraulique de l'état actuel jusqu'à 2015, mais a partir de cette année on aura un dis fonction dans le réseau, ou on voit que des vitesses commencent à augmenter dans certaines conduites a cause de l'augmentation de la consommation. Pour régler ce problème on propose de :

- changer la conduite P-6 (en fonte avec un diamètre de 100mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 160 mm.
- Changer la conduite P-5 (en fonte avec un diamètre de 100mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 160 mm.
- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-4 pour ramener la pression en aval jusqu'à 30 m.

2.2 De 2015 au 2023

Après les modifications réalisés sur le réseau en 2015, le réseau fonctionnera bien jusqu'à 2023 ou les vitesses commencent à augmenter de nouveau pour faire face a ce problème nous proposons de :

- changer la conduite de sortie de réservoir 1200 m³ P-0 (en fonte avec un diamètre 200 mm) en une conduite en PEHD de diamètre 250 mm.
- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-4 pour ramener la pression en aval jusqu'à 32 m.

2.3 De 2023 au 2026

Après les modifications réalisés sur le réseau en 2023, le réseau fonctionnera bien jusqu'à 2026 ou les vitesses commencent à augmenter de nouveau pour faire face a ce problème nous proposons de :

- changer la conduite P-16 (en fonte avec un diamètre de 100mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 125 mm.
- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-4 pour ramener la pression en aval jusqu'à 33 m.

2.4 De 2026 au 2030

Après les modifications réalisés sur le réseau en 2023, le réseau fonctionnera bien jusqu'à 2026 ou les vitesses commencent à augmenter de nouveau pour faire face a ce problème nous proposons de :

- changer la conduite P-4 (en PVC avec un diamètre de 90mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 125 mm.
- changer la conduite P-221 (en fonte avec un diamètre de 100mm) en une conduite en PEHD avec un diamètre de 125 mm.
- changer la conduite de sortie de réservoir 1200 m³ P-0 (en PEHD avec un diamètre 250 mm) en une conduite en PEHD de diamètre 315 mm.

- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-4 pour ramener la pression en aval jusqu'à 35 m.
- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-1 pour ramener la pression en aval jusqu'à 30 m.
- Baisser la perte de charge provoqué par le réducteur de pression PRV-2 pour ramener la pression en aval jusqu'à 27 m.

3. Simulation de réseau pour d'année 2030

3.1 Cas de pointe

Après les modifications réalisées au cours des années nous allons voir le comportement hydraulique de réseau en 2030 :

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse et perte de charge) sont résumés dans le tableau 48 ci-dessous :

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression et demande) sont résumés dans le tableau 49 ci-dessous :

3.2 Cas de pointe+incendie

Les résultats de la simulation pour les conduites (vitesse et perte de charge) sont représentés dans le tableau 50.

Les résultats de la simulation pour les nœuds (pression et demande) sont représentés dans le tableau 51.

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.

Tableau 47 : Les résultats de la simulation pour les conduites en 2030 (pointe)

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-2 | 4,55 | T-2 | J-82 | 250 | AMC | 52,12 | 1,06 | 0,02 |
| P-4 | 89,56 | J-64 | J-65 | 90 | PVC | 10,43 | 0,85 | 0,48 |
| P-6 | 21,66 | J-40 | J-59 | 100 | PVC | 21,59 | 1,07 | 0,13 |
| P-7 | 4,16 | J-17 | J-17' | 200 | PEHD | 29,09 | 0,93 | 0,02 |
| P-8 | 92,17 | J-63 | J-64 | 100 | PVC | 3,14 | 0,4 | 0,16 |
| P-9 | 97,04 | J-63 | J-84 | 100 | acier | 2,09 | 0,27 | 0,17 |
| P-10 | 63,11 | J-84 | J-39 | 100 | acier | 1,39 | 0,18 | 0,05 |
| P-11 | 62,73 | J-82 | J-41 | 250 | AMC | 50,4 | 1,03 | 0,24 |
| P-12 | 166,51 | J-15 | J-16 | 30 | fonte | 0,9 | 1,27 | 12,92 |
| P-13 | 97,16 | J-41 | J-40 | 250 | AMC | 39,13 | 0,8 | 0,23 |
| P-14 | 36,07 | J-42 | J-45 | 100 | PVC | 9,61 | 1,22 | 0,49 |
| P-15 | 12,58 | J-86 | J-88 | 50 | fonte | 2,17 | 1,1 | 0,41 |
| P-16 | 19,41 | J-14 | J-67 | 100 | fonte | 14,95 | 1,22 | 0,2 |
| P-17 | 25,68 | J-31 | J-26 | 80 | fonte | 6,15 | 1,22 | 0,59 |
| P-18 | 89,37 | J-2 | J-3 | 80 | fonte | 4,16 | 0,83 | 1 |
| P-19 | 25,27 | J-25 | J-32 | 50 | fonte | 2,2 | 1,12 | 0,85 |
| P-20 | 37,03 | J-45 | J-48 | 100 | PVC | 7,15 | 0,91 | 0,29 |
| P-21 | 21,79 | J-30 | J-31 | 80 | fonte | 5,57 | 1,11 | 0,42 |
| P-23 | 42,14 | J-53 | J-57 | 33 | PVC | 0,71 | 0,83 | 1,02 |
| P-24 | 29,6 | J-102 | T-1 | 150 | fonte | 24,46 | 1,38 | 0,31 |
| P-25 | 107,4 | J-15 | J-14 | 125 | PEHD | 11,79 | 0,96 | 0,72 |
| P-26 | 72,47 | J-102 | J-25 | 150 | fonte | 24,06 | 1,36 | 0,97 |
| P-27 | 63,78 | J-5 | J-38 | 250 | AMC | 14,02 | 0,29 | 0,02 |
| P-28 | 122,51 | J-46 | J-42 | 100 | PVC | 6,22 | 0,79 | 0,74 |
| P-29 | 15,52 | J-88 | J-90 | 50 | PVC | 1,55 | 0,79 | 0,21 |
| P-30 | 75,12 | J-23 | J-24 | 125 | fonte | 6,24 | 0,51 | 0,2 |
| P-31 | 38,93 | J-48 | J-49 | 100 | PVC | 6,01 | 0,76 | 0,22 |
| P-32 | 133,65 | J-43 | J-38 | 40 | PVC | 1,43 | 1,14 | 4,64 |
| P-33 | 21,49 | J-32 | J-33 | 50 | fonte | 1,68 | 0,86 | 0,44 |
| P-34 | 26,59 | J-49 | J-52 | 60 | PVC | 2,08 | 0,73 | 0,26 |
| P-35 | 291,44 | J-2 | J-24 | 150 | fonte | 9,92 | 0,56 | 0,76 |
| P-37 | 39,34 | J-30 | J-29 | 80 | fonte | 4,59 | 0,91 | 0,53 |
| P-38 | 37,39 | J-46 | J-47 | 100 | PVC | 5,24 | 0,67 | 0,17 |
| P-39 | 110,65 | J-95 | J-96 | 50 | PVC | 1,29 | 0,66 | 1,06 |
| P-40 | 55,92 | J-26 | J-25 | 150 | fonte | 13,63 | 0,77 | 0,26 |
| P-41 | 31,24 | J-64 | J-68 | 110 | PVC | 6,14 | 0,65 | 0,12 |
| P-42 | 106,92 | J-12 | J-11 | 60 | fonte | 0,32 | 0,11 | 0,04 |
| P-43 | 187,75 | J-2 | J-79 | 150 | fonte | 12,37 | 0,7 | 0,74 |
| P-44 | 59,04 | J-62 | J-55 | 60 | PVC | 1,68 | 0,59 | 0,38 |
| P-45 | 74,58 | J-3 | J-7 | 80 | fonte | 1,1 | 0,22 | 0,07 |
| P-46 | 37,58 | J-47 | J-50 | 100 | PVC | 4,62 | 0,59 | 0,13 |
| P-47 | 132,2 | J-12 | J-14 | 100 | fonte | 4,56 | 0,58 | 0,59 |
| P-48 | 78,92 | J-20 | J-23 | 125 | fonte | 4 | 0,33 | 0,09 |
| P-49 | 115,11 | J-17 | J-18 | 125 | PEHD | 4,02 | 0,33 | 0,1 |
| P-50 | 36,31 | J-53 | J-52 | 60 | PVC | 1,54 | 0,55 | 0,2 |

Tableau 47 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-54 | 116,91 | J-80 | J-58 | 40 | PVC | 0,64 | 0,51 | 0,9 |
| P-56 | 18,62 | J-68 | J-72 | 110 | PVC | 4,66 | 0,49 | 0,04 |
| P-57 | 49,85 | J-62 | J-49 | 80 | PVC | 2,44 | 0,48 | 0,16 |
| P-58 | 11,13 | J-7 | J-8 | 90 | PEHD | 1,42 | 0,22 | 0,01 |
| P-59 | 121,87 | J-79 | J-36 | 50 | fonte | 1,53 | 0,78 | 2,09 |
| P-60 | 40,09 | J-29 | J-28 | 80 | fonte | 3,24 | 0,65 | 0,28 |
| P-62 | 134,2 | J-17 | J-10 | 125 | PEHD | 7,26 | 0,59 | 0,37 |
| P-63 | 123,87 | J-79 | J-4 | 150 | fonte | 11,57 | 0,65 | 0,43 |
| P-64 | 136,77 | J-20 | J-19 | 100 | fonte | 2,18 | 0,28 | 0,16 |
| P-65 | 43,14 | J-88 | J-89 | 26 | fonte | 0,23 | 0,44 | 0,55 |
| P-66 | 105,34 | J-17 | J-15 | 125 | PEHD | 15,87 | 1,29 | 1,22 |
| P-67 | 34,04 | J-90 | J-92 | 50 | fonte | 0,82 | 0,42 | 0,18 |
| P-68 | 127,8 | J-62 | J-45 | 40 | PVC | 0,52 | 0,41 | 0,67 |
| P-69 | 183,98 | J-57 | J-55 | 40 | PVC | 0,51 | 0,4 | 0,94 |
| P-70 | 39,53 | J-90 | J-91 | 26 | fonte | 0,21 | 0,4 | 0,43 |
| P-71 | 86,03 | J-53 | J-58 | 60 | PVC | 1,14 | 0,4 | 0,27 |
| P-72 | 213,12 | J-100 | J-67 | 60 | fonte | 1,53 | 0,54 | 1,5 |
| P-73 | 219,79 | J-6 | J-7 | 60 | fonte | 0,88 | 0,31 | 0,56 |
| P-74 | 38,48 | J-51 | J-58 | 100 | PVC | 3,09 | 0,39 | 0,06 |
| P-75 | 74,66 | J-4 | J-6 | 125 | fonte | 9,81 | 0,8 | 0,46 |
| P-76 | 198,85 | J-99 | J-19 | 60 | fonte | 1,08 | 0,38 | 0,74 |
| P-77 | 47,28 | J-43 | J-44 | 40 | PVC | 0,26 | 0,2 | 0,07 |
| P-78 | 39,45 | J-34 | J-35 | 50 | fonte | 1,28 | 0,65 | 0,49 |
| P-79 | 98,69 | J-21 | J-20 | 60 | fonte | 0,39 | 0,14 | 0,06 |
| P-80 | 95,51 | J-9 | J-21 | 60 | fonte | 0,49 | 0,17 | 0,08 |
| P-81 | 80,08 | J-59 | J-60 | 40 | PVC | 0,44 | 0,35 | 0,31 |
| P-82 | 33,74 | J-93 | J-92 | 26 | fonte | 0,18 | 0,35 | 0,28 |
| P-83 | 78,94 | J-13 | J-12 | 40 | fonte | 0,43 | 0,34 | 0,38 |
| P-84 | 80,59 | J-72 | J-73 | 110 | PVC | 2,98 | 0,31 | 0,08 |
| P-86 | 218,43 | J-4 | J-3 | 60 | fonte | 0,46 | 0,16 | 0,17 |
| P-87 | 87,14 | J-45 | J-46 | 40 | PVC | 0,38 | 0,3 | 0,25 |
| P-88 | 87,02 | J-47 | J-48 | 40 | PVC | 0,26 | 0,21 | 0,13 |
| P-89 | 54,27 | J-68 | J-69 | 63 | PVC | 0,91 | 0,29 | 0,09 |
| P-90 | 49,5 | J-55 | J-53 | 60 | PVC | 0,81 | 0,29 | 0,08 |
| P-91 | 78,55 | J-8 | J-9 | 125 | PEHD | 2,59 | 0,21 | 0,03 |
| P-92 | 54,79 | J-71 | J-72 | 63 | PVC | 0,85 | 0,27 | 0,08 |
| P-93 | 50,76 | J-35 | J-36 | 50 | fonte | 1,79 | 0,91 | 1,16 |
| P-94 | 18,79 | J-10 | J-9 | 125 | PEHD | 4,12 | 0,34 | 0,02 |
| P-96 | 36,82 | J-55 | J-56 | 33 | PVC | 0,2 | 0,23 | 0,08 |
| P-97 | 20,05 | J-69 | J-71 | 40 | PVC | 0,28 | 0,22 | 0,03 |
| P-98 | 85,56 | J-52 | J-51 | 40 | PVC | 0,27 | 0,21 | 0,13 |
| P-99 | 79,49 | J-22 | J-20 | 50 | fonte | 0,7 | 0,36 | 0,32 |
| P-100 | 54,4 | J-35 | J-28 | 60 | fonte | 1,29 | 0,46 | 0,28 |
| P-101 | 42,92 | J-96 | J-97 | 40 | PVC | 0,23 | 0,19 | 0,05 |
| P-102 | 194,36 | J-8 | J-23 | 60 | fonte | 0,37 | 0,13 | 0,1 |

Tableau 47 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-103 | 37,73 | J-73 | J-77 | 90 | PVC | 1,1 | 0,17 | 0,02 |
| P-104 | 53,24 | J-73 | J-74 | 90 | PVC | 0,95 | 0,15 | 0,02 |
| P-105 | 54,49 | J-34 | J-29 | 60 | fonte | 0,62 | 0,22 | 0,07 |
| P-106 | 85,96 | J-50 | J-49 | 60 | PVC | 0,39 | 0,14 | 0,04 |
| P-107 | 66,56 | J-95 | J-6 | 125 | fonte | 8,75 | 0,71 | 0,33 |
| P-109 | 157,38 | J-27 | J-28 | 60 | fonte | 0,59 | 0,21 | 0,19 |
| P-110 | 206,58 | J-24 | J-3 | 60 | fonte | 0,57 | 0,2 | 0,24 |
| P-111 | 80,48 | J-74 | J-71 | 63 | PVC | 0,29 | 0,09 | 0,02 |
| P-112 | 21,45 | J-78 | J-77 | 40 | PVC | 0,12 | 0,09 | 0,01 |
| P-113 | 21,51 | J-70 | J-69 | 40 | PVC | 0,12 | 0,09 | 0,01 |
| P-115 | 135,42 | J-21 | J-18 | 60 | fonte | 0,9 | 0,32 | 0,36 |
| P-116 | 71,74 | J-43 | J-42 | 100 | PVC | 3,06 | 0,39 | 0,12 |
| P-117 | 274,91 | J-101 | J-41 | 150 | acier | 8,91 | 0,5 | 0,95 |
| P-119 | 19,5 | J-75 | J-76 | 40 | PVC | 0,1 | 0,08 | 0,01 |
| P-120 | 7,83 | J-86 | J-85 | 26 | fonte | 0,04 | 0,08 | 0 |
| P-121 | 55,15 | J-32 | J-31 | 60 | fonte | 0,03 | 0,01 | 0 |
| P-122 | 55,26 | J-33 | J-30 | 60 | fonte | 0,34 | 0,12 | 0,02 |
| P-123 | 104,69 | J-10 | J-11 | 60 | fonte | 1,74 | 0,62 | 0,95 |
| P-124 | 22 | J-92 | J-94 | 50 | fonte | 0,12 | 0,06 | 0 |
| P-125 | 53,67 | J-75 | J-77 | 90 | PVC | 0,37 | 0,06 | 0 |
| P-126 | 21,12 | J-96 | J-98 | 50 | PVC | 0,11 | 0,06 | 0 |
| P-127 | 20,72 | J-86 | J-87 | 50 | fonte | 0,11 | 0,06 | 0 |
| P-128 | 30,92 | J-65 | J-66 | 63 | PVC | 0,16 | 0,05 | 0 |
| P-129 | 35,4 | J-74 | J-75 | 90 | PVC | 0,32 | 0,05 | 0 |
| P-130 | 11,5 | J-95 | J-12 | 125 | fonte | 6,45 | 0,53 | 0,03 |
| P-131 | 128,56 | J-61 | J-82 | 150 | A.C | 0,69 | 0,04 | 0 |
| P-132 | 132,73 | J-11 | J-15 | 60 | fonte | 0,43 | 0,15 | 0,09 |
| P-133 | 31,29 | J-5 | J-37 | 100 | acier | 0,17 | 0,02 | 0 |
| P-134 | 97,35 | J-18 | J-19 | 60 | fonte | 1,23 | 0,44 | 0,46 |
| P-135 | 4,73 | J-84 | J-86 | 75 | PEHD | 2,56 | 0,58 | 0,03 |
| P-136 | 751,08 | J-83 | J-39 | 100 | A.C | 5,77 | 0,73 | 4,5 |
| P-221 | 89,86 | J-65 | J-67 | 90 | PVC | 11,72 | 0,96 | 0,59 |
| P-0 | 48,14 | J-1 | T-1 | 200 | fonte | 75,79 | 0,97 | 0,11 |
| P-52 | 39,98 | J-34 | J-33 | 50 | fonte | 1,39 | 0,71 | 0,58 |
| P-51 | 28,47 | J-50 | J-51 | 100 | PVC | 4,19 | 0,53 | 0,08 |
| P-5 | 42,16 | J-59 | J-42 | 100 | PVC | 20,36 | 1,01 | 0,24 |
| P-61 | 165,72 | J-1 | J-105 | 200 | fonte | 45,28 | 1,44 | 1,77 |
| P-149 | 50,52 | J-25 | J-106 | 90 | PEHD | 7,13 | 0,91 | 0,39 |
| P-150 | 30,15 | J-106 | J-107 | 90 | PEHD | 5,24 | 0,67 | 0,13 |
| P-151 | 35,62 | J-107 | J-108 | 90 | PEHD | 2,89 | 0,37 | 0,05 |
| P-152 | 168,67 | J-108 | J-105 | 90 | PEHD | 0,57 | 0,07 | 0,01 |
| P-153 | 135,83 | J-106 | J-109 | 50 | PEHD | 0,73 | 0,37 | 0,46 |
| P-154 | 132,89 | J-110 | J-107 | 50 | PEHD | 0,71 | 0,36 | 0,43 |
| P-155 | 113,36 | J-108 | J-111 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,31 | 0,27 |
| P-61' | 161,71 | J-105 | J-112 | 200 | fonte | 43,17 | 1,37 | 1,58 |

Tableau 47 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-62" | 491,51 | J-112 | J-17' | 200 | fonte | 35,45 | 1,13 | 3,34 |
| P-159 | 286,41 | J-112 | J-22 | 63 | PEHD | 2,67 | 0,86 | 3,44 |
| P-53 | 228,73 | J-17' | J-113 | 60 | fonte | 2,46 | 0,87 | 3,91 |
| P-53' | 44,52 | J-113 | J-81 | 60 | fonte | 0,24 | 0,08 | 0,01 |
| P-160 | 216,37 | J-100 | J-113 | 50 | PEHD | 0,41 | 0,21 | 0,25 |
| P-55 | 395,55 | J-27 | J-26 | 100 | fonte | -4,89 | 0,62 | 2,01 |
| P-108 | 160,24 | J-27 | J-36 | 60 | fonte | 1,61 | 0,57 | 1,25 |
| P-157 | 290,99 | J-104 | J-103 | 50 | PEHD | 1,65 | 0,84 | 4,44 |
| P-158 | 311,9 | J-103 | J-104 | 50 | PEHD | -1,59 | 0,81 | 4,44 |
| P-156 | 86,78 | J-104 | J-101 | 90 | PEHD | -6,95 | 1,09 | 1,08 |
| P-1 | 8,94 | J-1 | J-2 | 200 | fonte | 29,58 | 0,94 | 0,04 |
| P-36 | 422,97 | J-38 | J-83 | 250 | AMC | 12,09 | 0,25 | 0,12 |
| P-22 | 202,89 | J-5 | J-40 | 250 | AMC | -15,8 | 0,32 | 0,09 |

Tableau 48 : Les résultats de la simulation pour les nœuds en 2030 (pointe)

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 107,7 | 0,94 | 147,57 | 39,8 |
| J-2 | 106,88 | 3,13 | 141,51 | 34,6 |
| J-3 | 104,64 | 3,17 | 140,52 | 35,8 |
| J-4 | 103,83 | 2,23 | 140,35 | 36,4 |
| J-5 | 138,23 | 1,61 | 168,08 | 29,8 |
| J-6 | 101,13 | 1,94 | 139,88 | 38,7 |
| J-7 | 102,73 | 1,64 | 140,45 | 37,6 |
| J-8 | 102,56 | 1,53 | 140,45 | 37,8 |
| J-9 | 101,14 | 1,04 | 140,49 | 39,3 |
| J-10 | 100,87 | 1,4 | 140,5 | 39,6 |
| J-11 | 100,07 | 1,86 | 139,56 | 39,4 |
| J-12 | 99,37 | 1,78 | 139,52 | 40,1 |
| J-13 | 99,12 | 0,43 | 139,14 | 39,9 |
| J-14 | 96,74 | 1,39 | 138,93 | 42,1 |
| J-15 | 97,63 | 2,76 | 139,65 | 41,9 |
| J-16 | 95,88 | 0,9 | 126,73 | 30,8 |
| J-17 | 98,97 | 1,94 | 140,87 | 41,8 |
| J-18 | 100,4 | 1,88 | 140,76 | 40,3 |
| J-19 | 100,42 | 2,34 | 140,3 | 39,8 |
| J-20 | 102,91 | 2,12 | 140,46 | 37,5 |
| J-21 | 102,38 | 1,78 | 140,4 | 37,9 |
| J-22 | 102,99 | 1,97 | 140,78 | 37,7 |
| J-23 | 104,24 | 1,88 | 140,55 | 36,2 |
| J-24 | 105,73 | 3,1 | 140,75 | 35 |
| J-25 | 112,02 | 1,1 | 146,39 | 34,3 |
| J-26 | 113,71 | 2,58 | 146,13 | 32,4 |
| J-27 | 123,85 | 3,87 | 144,12 | 20,2 |
| J-28 | 120,98 | 1,36 | 144,32 | 23,3 |

Tableau 48 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-29 | 118,83 | 0,73 | 144,6 | 25,7 |
| J-30 | 115,96 | 0,63 | 145,12 | 29,1 |
| J-31 | 114,17 | 0,55 | 145,54 | 31,3 |
| J-32 | 112,27 | 0,56 | 145,54 | 33,2 |
| J-33 | 111,71 | 0,63 | 145,1 | 33,3 |
| J-34 | 114,8 | 0,73 | 144,52 | 29,7 |
| J-35 | 115,7 | 0,78 | 144,04 | 28,3 |
| J-36 | 116,72 | 1,87 | 142,87 | 26,1 |
| J-37 | 136,86 | 0,17 | 168,08 | 31,2 |
| J-38 | 136 | 3,36 | 168,06 | 32 |
| J-39 | 100,15 | 4,38 | 137,38 | 37,2 |
| J-40 | 152 | 1,75 | 184,21 | 32,1 |
| J-41 | 158 | 2,36 | 184,44 | 26,4 |
| J-42 | 149 | 1,48 | 172,82 | 23,8 |
| J-43 | 142 | 1,37 | 172,7 | 30,6 |
| J-44 | 133 | 0,26 | 172,63 | 39,6 |
| J-45 | 147 | 1,56 | 172,33 | 25,3 |
| J-46 | 148 | 1,35 | 172,08 | 24 |
| J-47 | 142 | 0,88 | 171,91 | 29,9 |
| J-48 | 137 | 0,89 | 172,04 | 35 |
| J-49 | 138 | 1,1 | 171,82 | 33,7 |
| J-50 | 136 | 0,83 | 171,78 | 35,7 |
| J-51 | 136 | 0,83 | 171,7 | 35,6 |
| J-52 | 135,02 | 0,81 | 171,56 | 36,5 |
| J-53 | 131,85 | 1,16 | 171,36 | 39,4 |
| J-55 | 129,31 | 1,78 | 171,28 | 41,9 |
| J-56 | 129,44 | 0,2 | 171,19 | 41,7 |
| J-57 | 127,45 | 1,22 | 170,34 | 42,8 |
| J-58 | 134,92 | 1,31 | 171,63 | 36,6 |
| J-59 | 153 | 0,79 | 184,08 | 31 |
| J-60 | 156 | 0,44 | 183,76 | 27,7 |
| J-61 | 160 | 0,69 | 184,68 | 24,6 |
| J-62 | 136,48 | 1,28 | 171,66 | 35,1 |
| J-63 | 94,69 | 1,05 | 137,5 | 42,7 |
| J-64 | 94,77 | 1,15 | 137,66 | 42,8 |
| J-65 | 94,97 | 1,13 | 138,13 | 43,1 |
| J-66 | 96,5 | 0,16 | 138,13 | 41,5 |
| J-67 | 95,28 | 1,7 | 138,73 | 43,4 |
| J-68 | 94,72 | 0,57 | 137,54 | 42,7 |
| J-69 | 94,62 | 0,52 | 137,45 | 42,7 |
| J-70 | 94,24 | 0,12 | 137,44 | 43,1 |
| J-71 | 94,12 | 0,84 | 137,42 | 43,2 |
| J-72 | 94,34 | 0,83 | 137,5 | 43,1 |
| J-73 | 93,08 | 0,93 | 137,42 | 44,2 |
| J-74 | 92,82 | 0,92 | 137,4 | 44,5 |

Tableau 48 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-75 | 92,07 | 0,59 | 137,4 | 45,2 |
| J-76 | 91,98 | 0,1 | 137,4 | 45,3 |
| J-77 | 92,2 | 0,61 | 137,4 | 45,1 |
| J-78 | 91,98 | 0,12 | 137,4 | 45,3 |
| J-79 | 107,39 | 2,33 | 140,78 | 33,3 |
| J-80 | 127,88 | 0,64 | 170,73 | 42,8 |
| J-81 | 95,71 | 0,24 | 136,96 | 41,2 |
| J-82 | 165 | 1,03 | 184,68 | 19,6 |
| J-83 | 103,9 | 6,33 | 141,88 | 37,9 |
| J-84 | 97,5 | 0,92 | 137,33 | 39,8 |
| J-85 | 97,2 | 0,04 | 137,3 | 40 |
| J-86 | 97,52 | 0,24 | 137,3 | 39,7 |
| J-87 | 98,6 | 0,11 | 137,3 | 38,6 |
| J-88 | 96,95 | 0,39 | 136,89 | 39,9 |
| J-89 | 97,15 | 0,23 | 136,34 | 39,1 |
| J-90 | 97,1 | 0,51 | 136,68 | 39,5 |
| J-91 | 96,6 | 0,21 | 136,25 | 39,6 |
| J-92 | 95,9 | 0,52 | 136,5 | 40,5 |
| J-83 | 103,9 | 6,33 | 141,88 | 37,9 |
| J-84 | 97,5 | 0,92 | 137,33 | 39,8 |
| J-85 | 97,2 | 0,04 | 137,3 | 40 |
| J-86 | 97,52 | 0,24 | 137,3 | 39,7 |
| J-87 | 98,6 | 0,11 | 137,3 | 38,6 |
| J-88 | 96,95 | 0,39 | 136,89 | 39,9 |
| J-89 | 97,15 | 0,23 | 136,34 | 39,1 |
| J-90 | 97,1 | 0,51 | 136,68 | 39,5 |
| J-91 | 96,6 | 0,21 | 136,25 | 39,6 |
| J-92 | 95,9 | 0,52 | 136,5 | 40,5 |
| J-93 | 95,45 | 0,18 | 136,22 | 40,7 |
| J-94 | 95,41 | 0,12 | 136,49 | 41 |
| J-95 | 99,67 | 1,02 | 139,55 | 39,8 |
| J-96 | 99,56 | 0,94 | 138,49 | 38,9 |
| J-97 | 97,92 | 0,23 | 138,44 | 40,4 |
| J-98 | 99,41 | 0,11 | 138,49 | 39 |
| J-99 | 96,9 | 1,08 | 139,57 | 42,6 |
| J-100 | 94,33 | 1,11 | 137,22 | 42,8 |
| J-101 | 131,89 | 1,95 | 183,49 | 51,5 |
| J-102 | 109,2 | 0,39 | 147,37 | 38,1 |
| J-17' | 98,96 | 3,89 | 140,88 | 41,8 |
| J-105 | 111,14 | 2,67 | 145,8 | 34,6 |
| J-106 | 112,35 | 1,16 | 146 | 33,6 |
| J-107 | 115,86 | 1,64 | 145,86 | 29,9 |
| J-108 | 115,76 | 1,71 | 145,81 | 30 |
| J-109 | 120,96 | 0,73 | 145,54 | 24,5 |
| J-110 | 122 | 0,71 | 145,44 | 23,4 |

Tableau 48 suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-111 | 123,23 | 0,61 | 145,54 | 22,3 |
| J-112 | 105,86 | 5,05 | 144,22 | 38,3 |
| J-113 | 96,15 | 2,63 | 136,97 | 40,7 |
| J-104 | 130,23 | 3,71 | 182,41 | 52,1 |
| J-103 | 130,25 | 3,24 | 177,97 | 47,6 |

Remarque

Après la modification sur le réseau de l'état actuel jusqu'à 2030 que nous avons proposé nous remarquons que :

- La pression dans le réseau est dans une plage entre (23 et 50) dans le cas de pointe et même le cas de consommation minimal comme la figure le montre.
- Une faible variation de la pression dans tous les heures de consommation journalière, par exemple.

Pour le nœud J-78 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 5,9 m.c.e

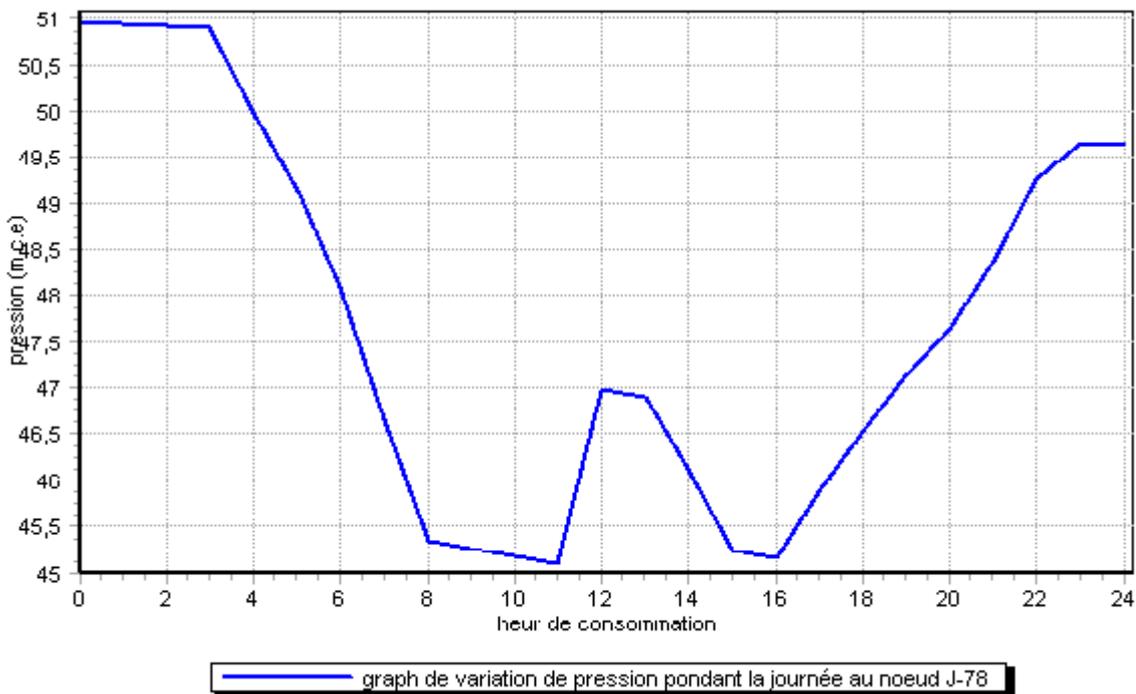


Figure 32 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-78

Figure 33 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau en 2030 a l'heure de consommation minimale 00 h

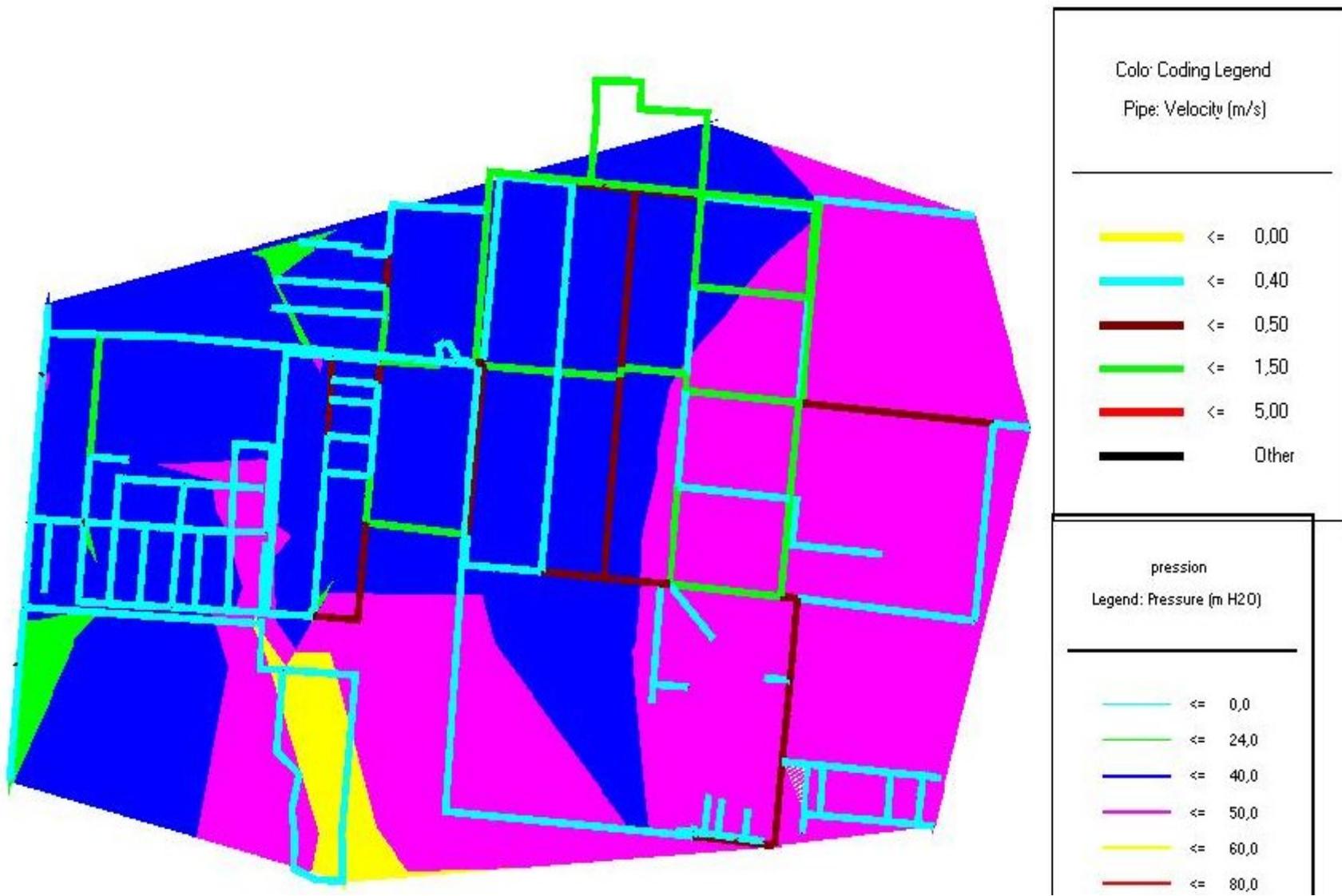
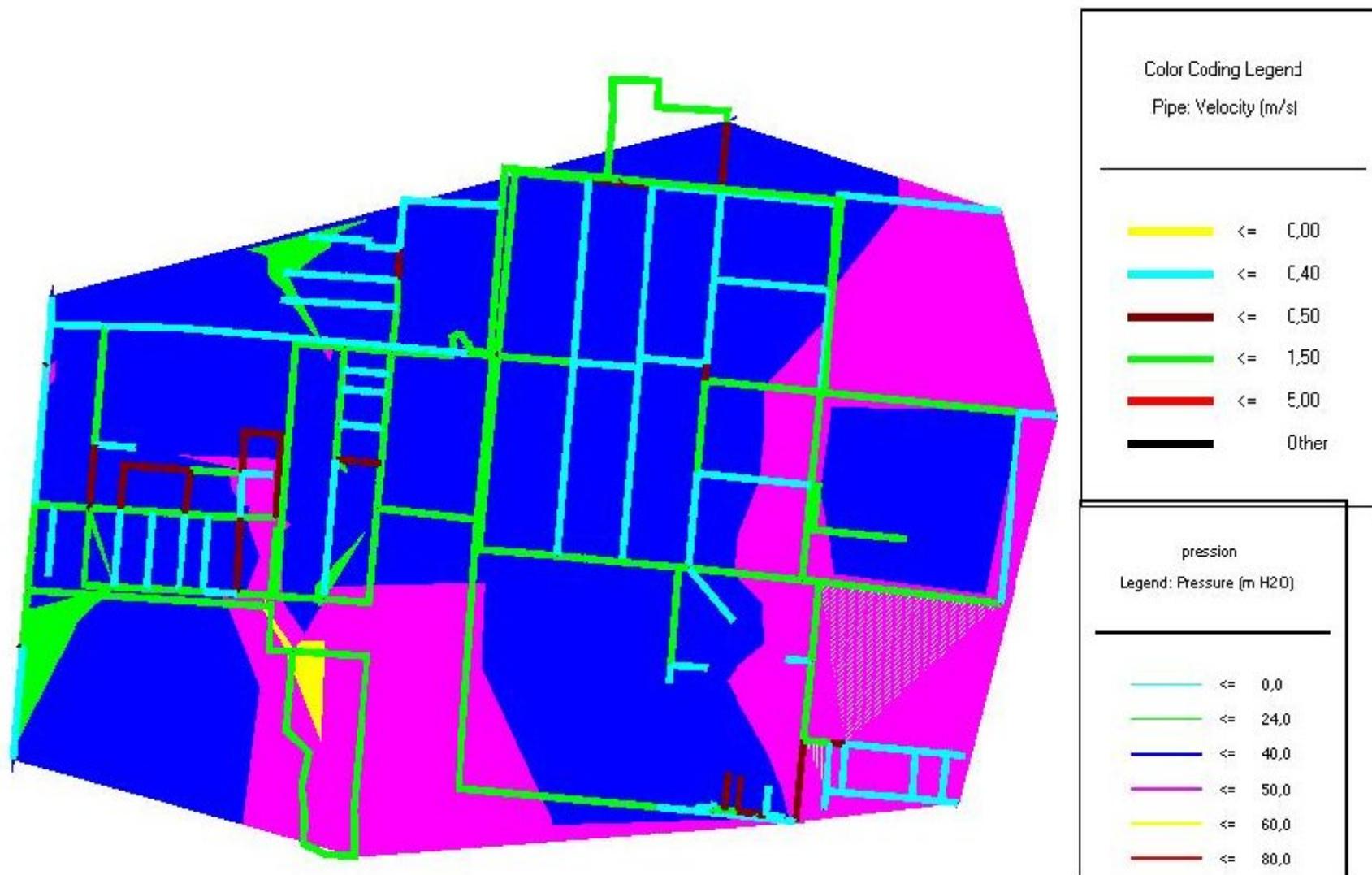


Figure 34 : comportement hydraulique (pression et vitesse) du réseau 2030 a l'heure de pointe 8 h:



Pour le nœud J-2 la variation de pression entre l'heur de consommation maximal et minimal est de 1,3 m.c.e

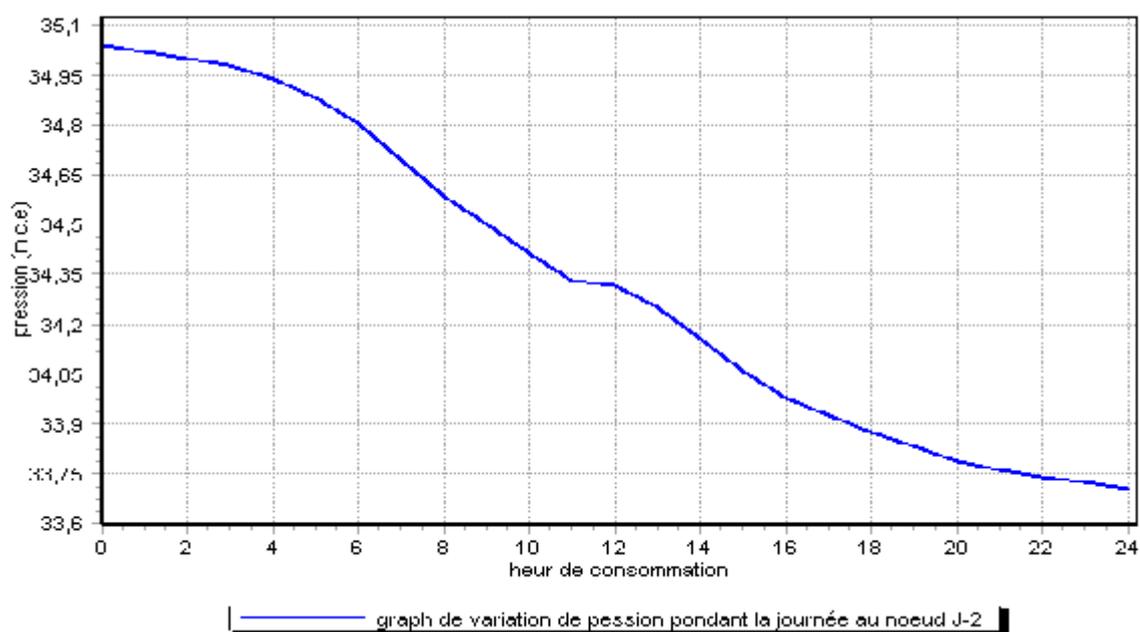


Figure 35 : graph de la variation de pression pendant la journée pour le nœud J-2

Tableau 49: résultats de la simulation des conduites en 2030 (pointe+incendie)

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-2 | 4,55 | T-2 | J-82 | 250 | AMC | 52,3 | 1,07 | 0,02 |
| P-4 | 89,56 | J-64 | J-65 | 90 | PVC | 10,26 | 0,84 | 0,46 |
| P-6 | 21,66 | J-40 | J-59 | 100 | PVC | 21,59 | 1,07 | 0,13 |
| P-7 | 4,16 | J-17 | J-17' | 200 | PEHD | 28,84 | 0,92 | 0,01 |
| P-8 | 92,17 | J-63 | J-64 | 100 | PVC | 2,97 | 0,38 | 0,14 |
| P-9 | 97,04 | J-63 | J-84 | 100 | acier | 1,92 | 0,24 | 0,14 |
| P-10 | 63,11 | J-84 | J-39 | 100 | acier | 1,56 | 0,2 | 0,06 |
| P-11 | 62,73 | J-82 | J-41 | 250 | AMC | 50,58 | 1,03 | 0,24 |
| P-12 | 166,51 | J-15 | J-16 | 30 | fonte | 0,9 | 1,27 | 12,92 |
| P-13 | 97,16 | J-41 | J-40 | 250 | AMC | 39,31 | 0,8 | 0,23 |
| P-14 | 36,07 | J-42 | J-45 | 100 | PVC | 9,61 | 1,22 | 0,49 |
| P-15 | 12,58 | J-86 | J-88 | 50 | fonte | 2,17 | 1,1 | 0,41 |
| P-16 | 19,41 | J-14 | J-67 | 100 | fonte | 14,77 | 1,2 | 0,2 |
| P-17 | 25,68 | J-31 | J-26 | 80 | fonte | 9,55 | 1,9 | 1,33 |
| P-18 | 89,37 | J-2 | J-3 | 80 | fonte | 4,47 | 0,89 | 1,14 |
| P-19 | 25,27 | J-25 | J-32 | 50 | fonte | 3,62 | 1,84 | 2,15 |
| P-20 | 37,03 | J-45 | J-48 | 100 | PVC | 7,15 | 0,91 | 0,29 |
| P-21 | 21,79 | J-30 | J-31 | 80 | fonte | 9,29 | 1,85 | 1,07 |
| P-23 | 42,14 | J-53 | J-57 | 33 | PVC | 0,71 | 0,83 | 1,02 |
| P-24 | 29,6 | J-102 | T-1 | 150 | fonte | 33,89 | 1,92 | 0,58 |
| P-25 | 107,4 | J-15 | J-14 | 125 | PEHD | 11,84 | 0,96 | 0,72 |
| P-26 | 72,47 | J-102 | J-25 | 150 | fonte | 33,49 | 1,9 | 1,8 |
| P-27 | 63,78 | J-5 | J-38 | 250 | AMC | 14,19 | 0,29 | 0,02 |

Tableau 49 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-28 | 122,51 | J-46 | J-42 | 100 | PVC | 6,22 | 0,79 | 0,74 |
| P-29 | 15,52 | J-88 | J-90 | 50 | PVC | 1,55 | 0,79 | 0,21 |
| P-30 | 75,12 | J-23 | J-24 | 125 | fonte | 6,64 | 0,54 | 0,23 |
| P-31 | 38,93 | J-48 | J-49 | 100 | PVC | 6,01 | 0,76 | 0,22 |
| P-32 | 133,65 | J-43 | J-38 | 40 | PVC | 1,43 | 1,14 | 4,65 |
| P-33 | 21,49 | J-32 | J-33 | 50 | fonte | 2,77 | 1,41 | 1,11 |
| P-34 | 26,59 | J-49 | J-52 | 60 | PVC | 2,08 | 0,73 | 0,26 |
| P-35 | 291,44 | J-2 | J-24 | 150 | fonte | 10,4 | 0,59 | 0,83 |
| P-37 | 39,34 | J-30 | J-29 | 80 | fonte | 8,36 | 1,66 | 1,59 |
| P-38 | 37,39 | J-46 | J-47 | 100 | PVC | 5,24 | 0,67 | 0,17 |
| P-39 | 110,65 | J-95 | J-96 | 50 | PVC | 1,29 | 0,66 | 1,06 |
| P-40 | 55,92 | J-26 | J-25 | 150 | fonte | 25,45 | 1,44 | 0,83 |
| P-41 | 31,24 | J-64 | J-68 | 110 | PVC | 6,14 | 0,65 | 0,12 |
| P-42 | 106,92 | J-12 | J-11 | 60 | fonte | 0,44 | 0,15 | 0,07 |
| P-43 | 187,75 | J-2 | J-79 | 150 | fonte | 15,45 | 0,87 | 1,11 |
| P-44 | 59,04 | J-62 | J-55 | 60 | PVC | 1,68 | 0,59 | 0,38 |
| P-45 | 74,58 | J-3 | J-7 | 80 | fonte | 1,27 | 0,25 | 0,09 |
| P-46 | 37,58 | J-47 | J-50 | 100 | PVC | 4,62 | 0,59 | 0,13 |
| P-47 | 132,2 | J-12 | J-14 | 100 | fonte | 4,33 | 0,55 | 0,53 |
| P-48 | 78,92 | J-20 | J-23 | 125 | fonte | 4,27 | 0,35 | 0,1 |
| P-49 | 115,11 | J-17 | J-18 | 125 | PEHD | 3,87 | 0,32 | 0,1 |
| P-50 | 36,31 | J-53 | J-52 | 60 | PVC | 1,54 | 0,55 | 0,2 |
| P-54 | 116,91 | J-80 | J-58 | 40 | PVC | 0,64 | 0,51 | 0,9 |
| P-56 | 18,62 | J-68 | J-72 | 110 | PVC | 4,66 | 0,49 | 0,04 |
| P-57 | 49,85 | J-62 | J-49 | 80 | PVC | 2,44 | 0,48 | 0,16 |
| P-58 | 11,13 | J-7 | J-8 | 90 | PEHD | 1,36 | 0,21 | 0,01 |
| P-59 | 121,87 | J-79 | J-36 | 50 | fonte | 2,22 | 1,13 | 4,2 |
| P-60 | 40,09 | J-29 | J-28 | 80 | fonte | 7,05 | 1,4 | 1,19 |
| P-62 | 134,2 | J-17 | J-10 | 125 | PEHD | 7,05 | 0,57 | 0,35 |
| P-63 | 123,87 | J-79 | J-4 | 150 | fonte | 10,9 | 0,62 | 0,38 |
| P-64 | 136,77 | J-20 | J-19 | 100 | fonte | 2,28 | 0,29 | 0,17 |
| P-65 | 43,14 | J-88 | J-89 | 26 | fonte | 0,23 | 0,44 | 0,55 |
| P-66 | 105,34 | J-17 | J-15 | 125 | PEHD | 15,98 | 1,3 | 1,24 |
| P-67 | 34,04 | J-90 | J-92 | 50 | fonte | 0,82 | 0,42 | 0,18 |
| P-68 | 127,8 | J-62 | J-45 | 40 | PVC | 0,52 | 0,41 | 0,67 |
| P-69 | 183,98 | J-57 | J-55 | 40 | PVC | 0,51 | 0,4 | 0,94 |
| P-70 | 39,53 | J-90 | J-91 | 26 | fonte | 0,21 | 0,4 | 0,43 |
| P-71 | 86,03 | J-53 | J-58 | 60 | PVC | 1,14 | 0,4 | 0,27 |
| P-72 | 213,12 | J-100 | J-67 | 60 | fonte | 1,52 | 0,54 | 1,5 |
| P-73 | 219,79 | J-6 | J-7 | 60 | fonte | 0,99 | 0,35 | 0,69 |
| P-74 | 38,48 | J-51 | J-58 | 100 | PVC | 3,09 | 0,39 | 0,06 |
| P-75 | 74,66 | J-4 | J-6 | 125 | fonte | 9,36 | 0,76 | 0,42 |
| P-76 | 198,85 | J-99 | J-19 | 60 | fonte | 1,08 | 0,38 | 0,74 |
| P-77 | 47,28 | J-43 | J-44 | 40 | PVC | 0,26 | 0,2 | 0,07 |
| P-78 | 39,45 | J-34 | J-35 | 50 | fonte | 2,29 | 1,17 | 1,43 |

Tableau 49 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-79 | 98,69 | J-21 | J-20 | 60 | fonte | 0,52 | 0,18 | 0,09 |
| P-80 | 95,51 | J-9 | J-21 | 60 | fonte | 0,41 | 0,15 | 0,06 |
| P-81 | 80,08 | J-59 | J-60 | 40 | PVC | 0,44 | 0,35 | 0,31 |
| P-82 | 33,74 | J-93 | J-92 | 26 | fonte | 0,18 | 0,35 | 0,28 |
| P-83 | 78,94 | J-13 | J-12 | 40 | fonte | 0,43 | 0,34 | 0,38 |
| P-84 | 80,59 | J-72 | J-73 | 110 | PVC | 2,98 | 0,31 | 0,08 |
| P-86 | 218,43 | J-4 | J-3 | 60 | fonte | 0,69 | 0,25 | 0,36 |
| P-87 | 87,14 | J-45 | J-46 | 40 | PVC | 0,38 | 0,3 | 0,25 |
| P-88 | 87,02 | J-47 | J-48 | 40 | PVC | 0,26 | 0,21 | 0,13 |
| P-89 | 54,27 | J-68 | J-69 | 63 | PVC | 0,91 | 0,29 | 0,09 |
| P-90 | 49,5 | J-55 | J-53 | 60 | PVC | 0,81 | 0,29 | 0,08 |
| P-91 | 78,55 | J-8 | J-9 | 125 | PEHD | 2,4 | 0,2 | 0,03 |
| P-92 | 54,79 | J-71 | J-72 | 63 | PVC | 0,85 | 0,27 | 0,08 |
| P-93 | 50,76 | J-35 | J-36 | 50 | fonte | 2,87 | 1,46 | 2,81 |
| P-94 | 18,79 | J-10 | J-9 | 125 | PVC | 3,85 | 0,31 | 0,02 |
| P-96 | 36,82 | J-55 | J-56 | 33 | PEHD | 0,2 | 0,23 | 0,08 |
| P-97 | 20,05 | J-69 | J-71 | 40 | PVC | 0,28 | 0,22 | 0,03 |
| P-98 | 85,56 | J-52 | J-51 | 40 | PVC | 0,27 | 0,21 | 0,13 |
| P-99 | 79,49 | J-22 | J-20 | 50 | fonte | 0,66 | 0,33 | 0,29 |
| P-100 | 54,4 | J-35 | J-28 | 60 | fonte | 1,36 | 0,48 | 0,31 |
| P-101 | 42,92 | J-96 | J-97 | 40 | PVC | 0,23 | 0,19 | 0,05 |
| P-102 | 194,36 | J-8 | J-23 | 60 | fonte | 0,49 | 0,17 | 0,17 |
| P-103 | 37,73 | J-73 | J-77 | 90 | PVC | 1,1 | 0,17 | 0,02 |
| P-104 | 53,24 | J-73 | J-74 | 90 | PVC | 0,95 | 0,15 | 0,02 |
| P-105 | 54,49 | J-34 | J-29 | 60 | fonte | 0,58 | 0,2 | 0,06 |
| P-106 | 85,96 | J-50 | J-49 | 60 | PVC | 0,39 | 0,14 | 0,04 |
| P-107 | 66,56 | J-95 | J-6 | 125 | fonte | 8,41 | 0,69 | 0,31 |
| P-109 | 157,38 | J-27 | J-28 | 60 | fonte | 4,32 | 1,53 | 7,64 |
| P-110 | 206,58 | J-24 | J-3 | 60 | fonte | 0,66 | 0,23 | 0,31 |
| P-111 | 80,48 | J-74 | J-71 | 63 | PVC | 0,29 | 0,09 | 0,02 |
| P-112 | 21,45 | J-78 | J-77 | 40 | PVC | 0,12 | 0,09 | 0,01 |
| P-113 | 21,51 | J-70 | J-69 | 40 | PVC | 0,12 | 0,09 | 0,01 |
| P-115 | 135,42 | J-21 | J-18 | 60 | fonte | 0,85 | 0,3 | 0,32 |
| P-116 | 71,74 | J-43 | J-42 | 100 | PVC | 3,06 | 0,39 | 0,12 |
| P-117 | 274,91 | J-101 | J-41 | 150 | acier | 8,91 | 0,5 | 0,95 |
| P-119 | 19,5 | J-75 | J-76 | 40 | PVC | 0,1 | 0,08 | 0,01 |
| P-120 | 7,83 | J-86 | J-85 | 26 | fonte | 0,04 | 0,08 | 0 |
| P-121 | 55,15 | J-32 | J-31 | 60 | fonte | 0,3 | 0,1 | 0,02 |
| P-122 | 55,26 | J-33 | J-30 | 60 | fonte | 0,3 | 0,11 | 0,02 |
| P-123 | 104,69 | J-10 | J-11 | 60 | fonte | 1,8 | 0,64 | 1,01 |
| P-124 | 22 | J-92 | J-94 | 50 | fonte | 0,12 | 0,06 | 0 |
| P-125 | 53,67 | J-75 | J-77 | 90 | PVC | 0,37 | 0,06 | 0 |
| P-126 | 21,12 | J-96 | J-98 | 50 | PVC | 0,11 | 0,06 | 0 |
| P-127 | 20,72 | J-86 | J-87 | 50 | fonte | 0,11 | 0,06 | 0 |
| P-128 | 30,92 | J-65 | J-66 | 63 | PVC | 0,16 | 0,05 | 0 |

Tableau 49 suite

| conduite | longueur (m) | du nœud | au nœud | Diamètre (mm) | Matériel | débit (L/s) | Vitesse (m/s) | perte de charge (m) |
|----------|--------------|---------|---------|---------------|----------|-------------|---------------|---------------------|
| P-129 | 35,4 | J-74 | J-75 | 90 | PVC | 0,32 | 0,05 | 0 |
| P-130 | 11,5 | J-95 | J-12 | 125 | fonte | 6,1 | 0,5 | 0,03 |
| P-131 | 128,56 | J-61 | J-82 | 150 | AMC | 0,69 | 0,04 | 0 |
| P-132 | 132,73 | J-11 | J-15 | 60 | fonte | 0,49 | 0,17 | 0,11 |
| P-133 | 31,29 | J-5 | J-37 | 100 | acier | 0,17 | 0,02 | 0 |
| P-134 | 97,35 | J-18 | J-19 | 60 | fonte | 1,14 | 0,4 | 0,4 |
| P-135 | 4,73 | J-84 | J-86 | 75 | PEHD | 2,56 | 0,58 | 0,03 |
| P-136 | 751,08 | J-83 | J-39 | 100 | AMC | 5,94 | 0,76 | 4,75 |
| P-221 | 89,86 | J-65 | J-67 | 90 | PVC | 11,55 | 0,94 | 0,58 |
| P-0 | 48,14 | J-1 | T-1 | 200 | fonte | 83,19 | 1,07 | 0,13 |
| P-52 | 39,98 | J-34 | J-33 | 50 | fonte | 2,44 | 1,24 | 1,64 |
| P-51 | 28,47 | J-50 | J-51 | 100 | PVC | 4,19 | 0,53 | 0,08 |
| P-5 | 42,16 | J-59 | J-42 | 100 | PVC | 20,36 | 1,01 | 0,24 |
| P-61 | 165,72 | J-1 | J-105 | 200 | fonte | 48,81 | 1,55 | 2,03 |
| P-149 | 50,52 | J-25 | J-106 | 90 | PEHD | 3,31 | 0,42 | 0,1 |
| P-150 | 30,15 | J-106 | J-107 | 90 | PEHD | 1,42 | 0,18 | 0,01 |
| P-151 | 35,62 | J-107 | J-108 | 90 | PEHD | 0,93 | 0,12 | 0,01 |
| P-152 | 168,67 | J-108 | J-105 | 90 | PEHD | 3,25 | 0,41 | 0,31 |
| P-153 | 135,83 | J-106 | J-109 | 50 | PEHD | 0,73 | 0,37 | 0,46 |
| P-154 | 132,89 | J-110 | J-107 | 50 | PEHD | 0,71 | 0,36 | 0,43 |
| P-155 | 113,36 | J-108 | J-111 | 50 | PEHD | 0,61 | 0,31 | 0,27 |
| P-61' | 161,71 | J-105 | J-112 | 200 | fonte | 42,89 | 1,37 | 1,56 |
| P-62'' | 491,51 | J-112 | J-17' | 200 | fonte | 35,2 | 1,12 | 3,29 |
| P-159 | 286,41 | J-112 | J-22 | 63 | PEHD | 2,63 | 0,84 | 3,35 |
| P-53 | 228,73 | J-17' | J-113 | 60 | fonte | 2,46 | 0,87 | 3,92 |
| P-53' | 44,52 | J-113 | J-81 | 60 | fonte | 0,24 | 0,08 | 0,01 |
| P-160 | 216,37 | J-100 | J-113 | 50 | PEHD | 0,41 | 0,21 | 0,25 |
| P-55 | 395,55 | J-27 | J-26 | 100 | fonte | 13,32 | 1,7 | 12,82 |
| P-108 | 160,24 | J-27 | J-36 | 60 | fonte | 3,22 | 1,14 | 4,52 |
| P-157 | 290,99 | J-104 | J-105 | 50 | PEHD | 1,65 | 0,84 | 4,44 |
| P-158 | 311,9 | J-105 | J-104 | 50 | PEHD | 1,59 | 0,81 | 4,44 |
| P-156 | 86,78 | J-104 | J-101 | 90 | PEHD | 6,95 | 1,09 | 1,08 |
| P-1 | 9,94 | J-1 | J-2 | 200 | fonte | 33,44 | 1,06 | 0,06 |
| P-36 | 422,97 | J-38 | J-83 | 250 | AMC | 12,27 | 0,25 | 0,12 |
| P-22 | 202,89 | J-5 | J-40 | 250 | AMC | 15,97 | 0,33 | 0,09 |

Tableau 50 : résultats de la simulation des nœuds en 2030 (pointe+incendie)

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-1 | 107,7 | 0,94 | 147,46 | 39,7 |
| J-2 | 106,88 | 3,13 | 141,39 | 34,4 |
| J-3 | 104,64 | 3,17 | 140,25 | 35,5 |
| J-4 | 103,83 | 2,23 | 139,89 | 36 |
| J-5 | 138,23 | 1,61 | 168,09 | 29,8 |
| J-6 | 101,13 | 1,94 | 139,47 | 38,3 |
| J-7 | 102,73 | 1,64 | 140,16 | 37,4 |

Tableau 50 : suite

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-8 | 102,56 | 1,53 | 140,17 | 37,5 |
| J-9 | 101,14 | 1,04 | 140,19 | 39 |
| J-10 | 100,87 | 1,4 | 140,21 | 39,3 |
| J-11 | 100,07 | 1,86 | 139,2 | 39,1 |
| J-12 | 99,37 | 1,78 | 139,13 | 39,7 |
| J-13 | 99,12 | 0,43 | 138,75 | 39,5 |
| J-14 | 96,74 | 1,39 | 138,6 | 41,8 |
| J-15 | 97,63 | 2,76 | 139,32 | 41,6 |
| J-16 | 95,88 | 0,9 | 126,4 | 30,5 |
| J-17 | 98,97 | 1,94 | 140,56 | 41,5 |
| J-18 | 100,4 | 1,88 | 140,46 | 40 |
| J-19 | 100,42 | 2,34 | 140,06 | 39,6 |
| J-20 | 102,91 | 2,12 | 140,23 | 37,2 |
| J-21 | 102,38 | 1,78 | 140,14 | 37,7 |
| J-22 | 102,99 | 1,97 | 140,52 | 37,5 |
| J-23 | 104,24 | 1,88 | 140,33 | 36 |
| J-24 | 105,73 | 3,1 | 140,56 | 34,8 |
| J-25 | 112,02 | 1,1 | 145,22 | 33,1 |
| J-26 | 113,71 | 2,58 | 144,38 | 30,6 |
| J-27 | 123,85 | 20,87 | 131,56 | 7,7 |
| J-28 | 120,98 | 1,36 | 139,2 | 18,2 |
| J-29 | 118,83 | 0,73 | 140,38 | 21,5 |
| J-30 | 115,96 | 0,63 | 141,98 | 26 |
| J-31 | 114,17 | 0,55 | 143,05 | 28,8 |
| J-32 | 112,27 | 0,56 | 143,07 | 30,7 |
| J-33 | 111,71 | 0,63 | 141,96 | 30,2 |
| J-34 | 114,8 | 0,73 | 140,32 | 25,5 |
| J-35 | 115,7 | 0,78 | 138,88 | 23,1 |
| J-36 | 116,72 | 1,87 | 136,08 | 19,3 |
| J-37 | 136,86 | 0,17 | 168,09 | 31,2 |
| J-38 | 136 | 3,36 | 168,07 | 32 |
| J-39 | 100,15 | 4,38 | 137,14 | 36,9 |
| J-40 | 152 | 1,75 | 184,22 | 32,2 |
| J-41 | 158 | 2,36 | 184,46 | 26,4 |
| J-42 | 149 | 1,48 | 172,83 | 23,8 |
| J-43 | 142 | 1,37 | 172,71 | 30,7 |
| J-44 | 133 | 0,26 | 172,65 | 39,6 |
| J-45 | 147 | 1,56 | 172,34 | 25,3 |
| J-46 | 148 | 1,35 | 172,09 | 24 |
| J-47 | 142 | 0,88 | 171,92 | 29,9 |
| J-48 | 137 | 0,89 | 172,05 | 35 |
| J-49 | 138 | 1,1 | 171,83 | 33,8 |
| J-50 | 136 | 0,83 | 171,79 | 35,7 |
| J-51 | 136 | 0,83 | 171,71 | 35,6 |
| J-52 | 135,02 | 0,81 | 171,57 | 36,5 |

Tableau 50 : suite

| nœud | Élévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-53 | 131,85 | 1,16 | 171,37 | 39,4 |
| J-55 | 129,31 | 1,78 | 171,29 | 41,9 |
| J-56 | 129,44 | 0,2 | 171,21 | 41,7 |
| J-57 | 127,45 | 1,22 | 170,35 | 42,8 |
| J-58 | 134,92 | 1,31 | 171,64 | 36,6 |
| J-59 | 153 | 0,79 | 184,09 | 31 |
| J-60 | 156 | 0,44 | 183,77 | 27,7 |
| J-61 | 160 | 0,69 | 184,7 | 24,6 |
| J-62 | 136,48 | 1,28 | 171,67 | 35,1 |
| J-63 | 94,69 | 1,05 | 137,21 | 42,4 |
| J-64 | 94,77 | 1,15 | 137,36 | 42,5 |
| J-65 | 94,97 | 1,13 | 137,82 | 42,8 |
| J-66 | 96,5 | 0,16 | 137,82 | 41,2 |
| J-67 | 95,28 | 1,7 | 138,4 | 43 |
| J-68 | 94,72 | 0,57 | 137,24 | 42,4 |
| J-69 | 94,62 | 0,52 | 137,15 | 42,4 |
| J-70 | 94,24 | 0,12 | 137,14 | 42,8 |
| J-71 | 94,12 | 0,84 | 137,12 | 42,9 |
| J-72 | 94,34 | 0,83 | 137,2 | 42,8 |
| J-73 | 93,08 | 0,93 | 137,12 | 44 |
| J-74 | 92,82 | 0,92 | 137,1 | 44,2 |
| J-75 | 92,07 | 0,59 | 137,1 | 44,9 |
| J-76 | 91,98 | 0,1 | 137,1 | 45 |
| J-77 | 92,2 | 0,61 | 137,1 | 44,8 |
| J-78 | 91,98 | 0,12 | 137,1 | 45 |
| J-79 | 107,39 | 2,33 | 140,28 | 32,8 |
| J-80 | 127,88 | 0,64 | 170,74 | 42,8 |
| J-81 | 95,71 | 0,24 | 136,64 | 40,8 |
| J-82 | 165 | 1,03 | 184,7 | 19,7 |
| J-83 | 103,9 | 6,33 | 141,89 | 37,9 |
| J-84 | 97,5 | 0,92 | 137,07 | 39,5 |
| J-85 | 97,2 | 0,04 | 137,04 | 39,8 |
| J-86 | 97,52 | 0,24 | 137,04 | 39,4 |
| J-87 | 98,6 | 0,11 | 137,04 | 38,4 |
| J-88 | 96,95 | 0,39 | 136,63 | 39,6 |
| J-89 | 97,15 | 0,23 | 136,08 | 38,8 |
| J-90 | 97,1 | 0,51 | 136,42 | 39,2 |
| J-91 | 96,6 | 0,21 | 135,99 | 39,3 |
| J-92 | 95,9 | 0,52 | 136,24 | 40,3 |
| J-93 | 95,45 | 0,18 | 135,96 | 40,4 |
| J-94 | 95,41 | 0,12 | 136,23 | 40,7 |
| J-95 | 99,67 | 1,02 | 139,16 | 39,4 |
| J-96 | 99,56 | 0,94 | 138,1 | 38,5 |
| J-97 | 97,92 | 0,23 | 138,05 | 40 |
| J-98 | 99,41 | 0,11 | 138,1 | 38,6 |

Tableau 50 : suite

| nœud | Elévation (m) | Demande (L/s) | pression piézométrique (m) | pression (m) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|
| J-99 | 96,9 | 1,08 | 139,32 | 42,3 |
| J-100 | 94,33 | 1,11 | 136,9 | 42,5 |
| J-101 | 131,89 | 1,95 | 183,5 | 51,5 |
| J-102 | 109,2 | 0,39 | 147,02 | 37,7 |
| J-17' | 98,96 | 3,89 | 140,57 | 41,5 |
| J-105 | 111,14 | 2,67 | 145,42 | 34,2 |
| J-106 | 112,35 | 1,16 | 145,12 | 32,7 |
| J-107 | 115,86 | 1,64 | 145,11 | 29,2 |
| J-108 | 115,76 | 1,71 | 145,12 | 29,3 |
| J-109 | 120,96 | 0,73 | 144,67 | 23,7 |
| J-110 | 122 | 0,71 | 144,68 | 22,6 |
| J-111 | 123,23 | 0,61 | 144,84 | 21,6 |
| J-112 | 105,86 | 5,05 | 143,86 | 37,9 |
| J-113 | 96,15 | 2,63 | 136,65 | 40,4 |
| J-104 | 130,23 | 3,71 | 182,42 | 52,1 |
| J-103 | 130,25 | 3,24 | 177,98 | 47,6 |

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 (nœud J-27) est de 10,5 m.c.e.

4. Calcul des ouvrages de stockage pour 2030

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.

4.2 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 :

$$= \times +$$

α : résidu maximum en %.

: 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 52 suivant représente la vitrification de la capacité de stockage pour la ville en 2030:

Tableau 51 : représente la vitrification de la capacité de stockage pour la ville en 2030

| heure | Distribution % | apport % | Stockage % | Distribution % | résidus |
|-------|----------------|----------|------------|----------------|-------------|
| 0-1 | 1.5 | | | 1,5 | 1,5 |
| 1-2 | 1.5 | | | 1,5 | 0 |
| 2-3 | 1.5 | 5 | 3,5 | | 3,5 |
| 3-4 | 1.5 | 5 | 3,5 | | 7 |
| 4-5 | 2.5 | 5 | 2,5 | | 9,5 |
| 5-6 | 3.5 | 5 | 1,5 | | 11 |
| 6-7 | 4.5 | 5 | 0,5 | | 11,5 |
| 7-8 | 5.5 | 5 | | -0,5 | 11 |
| 8-9 | 6.25 | 5 | | -1,25 | 9,75 |
| 9-10 | 6.25 | 5 | | -1,25 | 8,5 |
| 10-11 | 6.25 | 5 | | -1,25 | 7,25 |
| 11-12 | 6.25 | 5 | | -1,25 | 6 |
| 12-13 | 5.00 | 5 | 0 | 0 | 6 |
| 13-14 | 5.00 | 5 | 0 | 0 | 6 |
| 14-15 | 5.50 | 5 | | -0,5 | 5,5 |
| 15-16 | 6.00 | 5 | | -1 | 4,5 |
| 16-17 | 6.00 | 5 | | -1 | 3,5 |
| 17-18 | 5.50 | 5 | | -0,5 | 3 |
| 18-19 | 5.00 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| 19-20 | 4.50 | 5 | 0,5 | | 3,5 |
| 20-21 | 4.00 | 5 | 1 | | 4,5 |
| 21-22 | 3.00 | 5 | 2 | | 6,5 |
| 22-23 | 2.00 | | | 2 | 4,5 |
| 23-24 | 1.50 | | | 1,5 | 3 |
| somme | 100 | 100 | | | |

Le volume de stockage sera :

$$V = 11\% \times Q + V_{inc} = 0,11 \times 8734,22 + 120 = 1080,76 m^3$$

Remarque

On remarque que la capacité de stockage pour la ville d'Ahmer El Ain est satisfaisante même en 2030 (il y'a deux réservoir un $1200 m^3$ et l'autre de $500 m^3$ donc au total un stockage de $1700 m^3$)

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vue après les modifications porter sur le réseau aux cours des années jusqu'à 2030, que le réseau de la ville n'a pas subit des grands changements et remplacement des conduites, mais il suffit de jouer sur la pression sortante des brise charges qui a fait a chaque fois modifier le sens d'écoulement dans le réseau et qu'a fait varié les vitesses dans les conduites.

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 partent d'une concentration initiale des deux réservoirs (1200 m³ et 500 m³) et vois si le réseau répond a cette concentration, on gardant une certaine quantité de chlore résiduel qui vas arriver au consommateur.

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.

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.

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.

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 chloramines, 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.

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, 2015, 2023, 2026, 2030) 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 deux réservoirs de 0,5 mg/l.

Les résultats de la simulation sont représentés dans le tableau 52 ci-dessous :

Tableau 52 : concentration du chlore aux nœuds à 00 h

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | | |
|------|---|------|------|------|------|
| | actuel | 2015 | 2023 | 2026 | 2030 |
| J-1 | 0,35 | 0,34 | 0,38 | 0,4 | 0,42 |
| J-2 | 0,33 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,38 |
| J-3 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-4 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,39 |
| J-5 | 0,4 | 0,4 | 0,39 | 0,41 | 0,42 |
| J-6 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-7 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-8 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-9 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-10 | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,38 | 0,41 |
| J-11 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-12 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-13 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,35 | 0,37 |
| J-14 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-15 | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,38 | 0,41 |
| J-16 | 0,31 | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,39 |
| J-17 | 0,35 | 0,34 | 0,37 | 0,38 | 0,41 |
| J-18 | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,38 | 0,41 |
| J-19 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-20 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-21 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-22 | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,39 | 0,4 |
| J-23 | 0,33 | 0,33 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-24 | 0,33 | 0,33 | 0,35 | 0,37 | 0,39 |
| J-25 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,45 |
| J-26 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| J-27 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,42 |
| J-28 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |
| J-29 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| J-30 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| J-31 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| J-32 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| J-33 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| J-34 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |
| J-35 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| J-36 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| J-37 | 0,4 | 0,4 | 0,41 | 0,41 | 0,42 |
| J-38 | 0,4 | 0,4 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |
| J-39 | 0,3 | 0,3 | 0,34 | 0,36 | 0,39 |
| J-40 | 0,43 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| J-41 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,45 | 0,45 |
| J-42 | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,43 |
| J-43 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| J-44 | 0,39 | 0,39 | 0,41 | 0,4 | 0,4 |
| J-45 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| J-46 | 0,4 | 0,4 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |

Tableau 52 suite

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | | |
|------|---|------|------|------|------|
| | actuel | 2015 | 2023 | 2026 | 2030 |
| J-47 | 0,39 | 0,4 | 0,41 | 0,41 | 0,41 |
| J-48 | 0,41 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,42 |
| J-49 | 0,41 | 0,4 | 0,42 | 0,41 | 0,42 |
| J-50 | 0,38 | 0,38 | 0,4 | 0,4 | 0,41 |
| J-51 | 0,38 | 0,38 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| J-52 | 0,39 | 0,39 | 0,41 | 0,4 | 0,4 |
| J-53 | 0,36 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,39 |
| J-55 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,39 |
| J-56 | 0,34 | 0,34 | 0,36 | 0,36 | 0,38 |
| J-57 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,36 |
| J-58 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,4 |
| J-59 | 0,42 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| J-60 | 0,41 | 0,41 | 0,39 | 0,4 | 0,41 |
| J-61 | 0,42 | 0,42 | 0,43 | 0,41 | 0,42 |
| J-62 | 0,39 | 0,39 | 0,4 | 0,4 | 0,41 |
| J-63 | 0,32 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| J-64 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| J-65 | 0,33 | 0,32 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-66 | 0,32 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| J-67 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-68 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| J-69 | 0,3 | 0,31 | 0,34 | 0,35 | 0,39 |
| J-70 | 0,3 | 0,3 | 0,33 | 0,34 | 0,38 |
| J-71 | 0,31 | 0,3 | 0,33 | 0,35 | 0,38 |
| J-72 | 0,32 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,4 |
| J-73 | 0,31 | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,39 |
| J-74 | 0,31 | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,37 |
| J-75 | 0,31 | 0,31 | 0,34 | 0,35 | 0,37 |
| J-76 | 0,28 | 0,29 | 0,33 | 0,33 | 0,35 |
| J-77 | 0,31 | 0,31 | 0,34 | 0,34 | 0,37 |
| J-78 | 0,3 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,36 |
| J-79 | 0,34 | 0,34 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-80 | 0,32 | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,37 |
| J-81 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,39 |
| J-82 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| J-83 | 0,33 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,38 |
| J-84 | 0,32 | 0,31 | 0,34 | 0,37 | 0,39 |
| J-85 | 0,3 | 0,29 | 0,33 | 0,35 | 0,38 |
| J-86 | 0,31 | 0,3 | 0,34 | 0,36 | 0,39 |
| J-87 | 0,3 | 0,3 | 0,33 | 0,35 | 0,37 |
| J-88 | 0,3 | 0,29 | 0,34 | 0,35 | 0,38 |
| J-89 | 0,29 | 0,29 | 0,32 | 0,33 | 0,36 |
| J-90 | 0,3 | 0,29 | 0,33 | 0,34 | 0,37 |
| J-91 | 0,28 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 0,35 |
| J-92 | 0,28 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 0,36 |
| J-93 | 0,28 | 0,27 | 0,3 | 0,33 | 0,35 |

Tableau 52 suite

| nœud | concentration résiduelle de chlore (mg/l) | | | | |
|-------|---|------|------|------|------|
| | actuel | 2015 | 2023 | 2026 | 2030 |
| J-94 | 0,28 | 0,27 | 0,31 | 0,32 | 0,35 |
| J-95 | 0,34 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,4 |
| J-96 | 0,31 | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,38 |
| J-97 | 0,3 | 0,3 | 0,33 | 0,34 | 0,37 |
| J-98 | 0,31 | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,37 |
| J-99 | 0,29 | 0,29 | 0,32 | 0,33 | 0,37 |
| J-100 | 0,32 | 0,31 | 0,34 | 0,35 | 0,38 |
| J-101 | 0,41 | 0,38 | 0,42 | 0,42 | 0,43 |
| J-102 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| J-17' | 0,35 | 0,35 | 0,37 | 0,39 | 0,41 |
| J-105 | 0,35 | 0,35 | 0,38 | 0,4 | 0,42 |
| J-106 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| J-107 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| J-108 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| J-109 | 0,37 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,41 |
| J-110 | 0,37 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,4 |
| J-111 | 0,39 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,39 |
| J-112 | 0,35 | 0,35 | 0,38 | 0,4 | 0,42 |
| J-113 | 0,34 | 0,32 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| J-104 | 0,4 | 0,38 | 0,4 | 0,41 | 0,42 |
| J-103 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,39 |

Remarque

On remarque que

- Malgré que la concentration de chlore dans le réseau est calculée dans le cas ou 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.

Introduction

Parmi les solutions proposées pour la réhabilitation de notre réseau, l'addition de 4 stabilisateurs à notre réseau dans des conduites qui ont une grande pression pour la minimiser est la réduire à la norme demandée par notre réseau.

Dans ce chapitre nous allons un point de vue général sur les stabilisateurs et leurs fonctionnements.

1. Description des appareils de régulation de pression

1.1 Stabilisateur de pression

1.1.1 Présentation du stabilisateur de pression aval

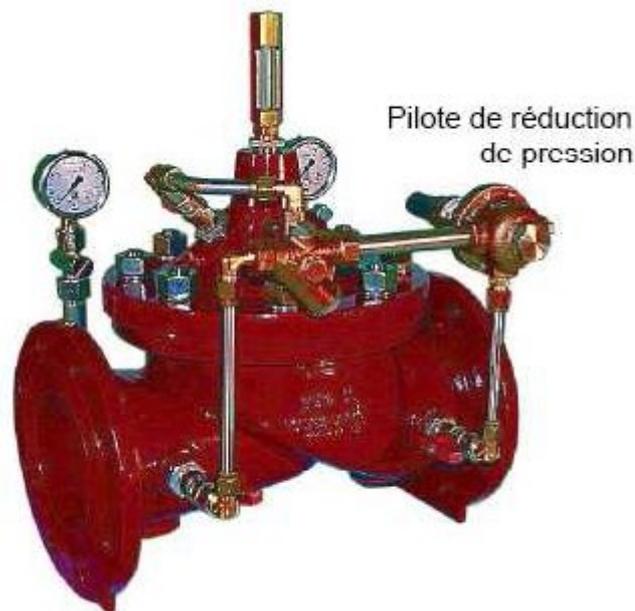


Figure 36 : Vanne de stabilisation de pression aval

Cet appareil permet de stabiliser une pression d'entrée variable en une pression de sortie inférieure et constante. Il réduit la pression d'une adduction gravitaire et stabilise la pression entre deux réseaux de pressions différentes. Au moyen d'une perte de charge que l'appareil est capable de créer, la pression à l'amont est diminuée pour atteindre la consigne de pression qu'on désire imposer pour le réseau en aval.

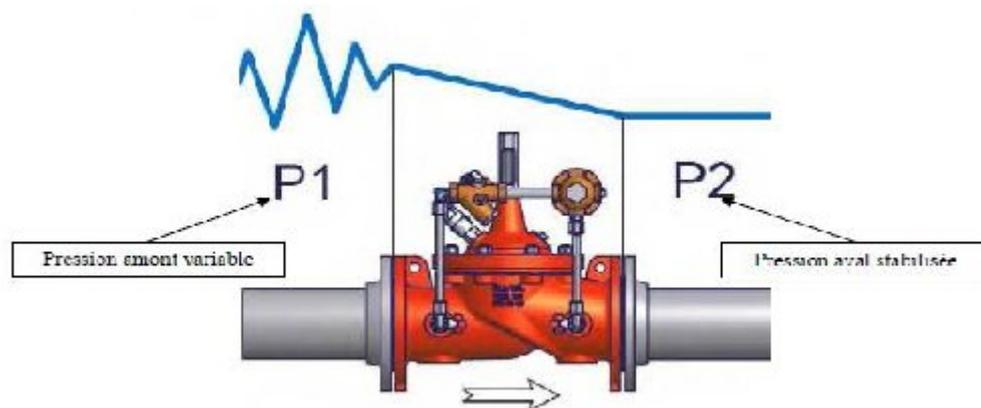


Figure 37 : vanne de stabilisation de pression aval.

Un stabilisateur aval est composé essentiellement de deux éléments principaux : la vanne de base à membrane et le circuit pilote.

2.1.1.1. La vanne de base

Le corps de la vanne de base est séparé de son chapeau par la membrane. Ces deux parties ne sont en communication que par le circuit pilote. On peut noter trois zones distinctes de pressions :

- pression amont
- pression dans la chambre de commande
- pression aval

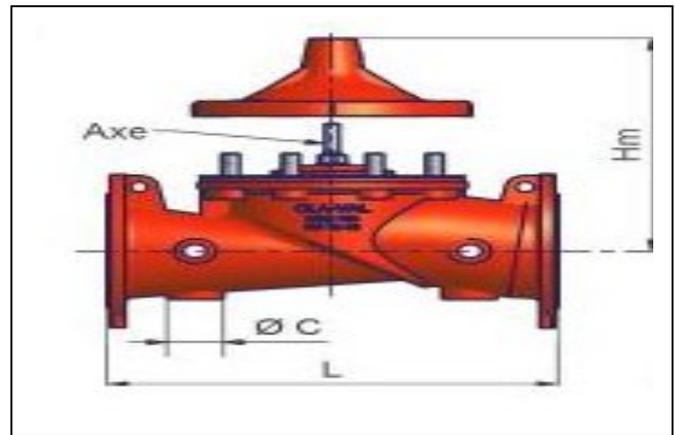


Figure 38 : la vanne de base

1.1.1.2. Le circuit - pilote de réduction de pression

C'est un circuit extérieur composé d'une tubulure de petit diamètre et du pilote de réduction de pression. Ce dernier est installé sur la tubulure aval du circuit pilote. Notons que sa dimension reste la même quelque soit le diamètre de la vanne de base.

Il est doté d'un orifice variable et sa conception diffère selon la grandeur à régler (pression amont, aval, différentielle, niveau d'eau.....)

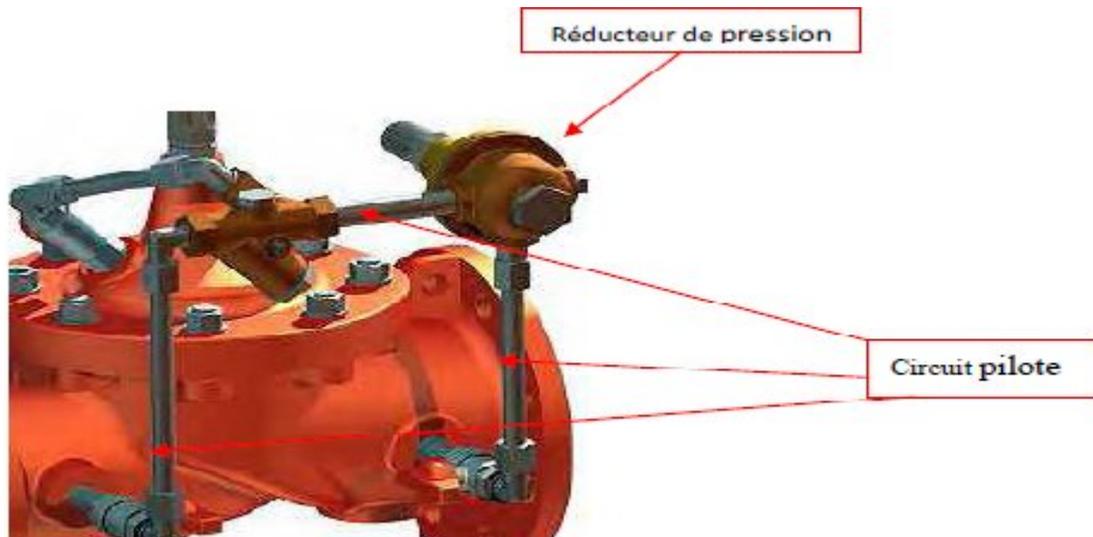


Figure 39 : la vanne de base avec sont circuit pilote.

1.1.2 Principe de fonctionnement du stabilisateur de pression aval

On va montrer la différence entre le cas d'une vanne simple et d'une vanne de régulation.

1.1.2.1. Cas où la vanne n'est pas encore équipée du pilote de régulation (fonctionnement en vanne)

a) - La pression de la chambre de commande est mise à la pression atmosphérique

La pression d'entrée P_e est plus élevée que la pression P_c dans la chambre de commande de la vanne de base $P_c < P_e$. La chambre de commande se vide. La vanne reste grande ouverte quelque soit le débit.

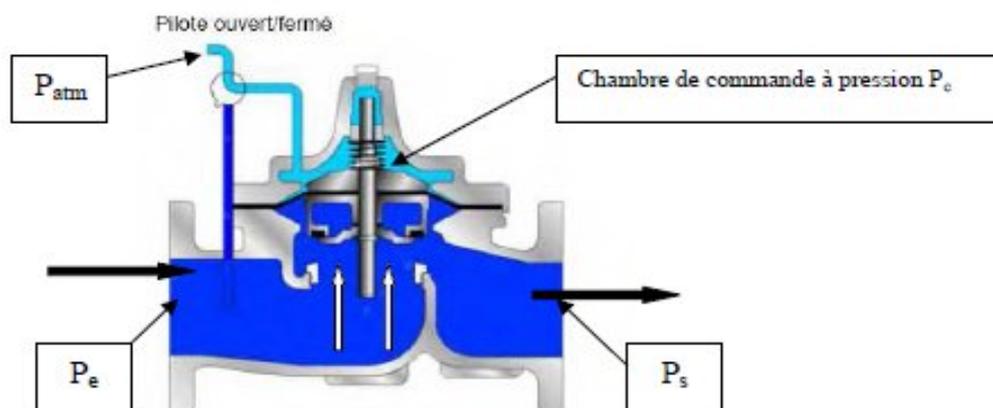


Figure 40 : la vanne de base en fonctionnement.

b) -La chambre de commande est à la pression amont du réseau

On établit une communication entre la zone amont et la chambre de commande au moyen d'une tubulure. La pression d'entrée P_e est égale à la pression P_c dans la

chambre de commande de la vanne. La surface pressée de la partie supérieure étant plus grande que celle du bas. Par conséquent, la vanne se ferme hermétiquement car la force de pression exercée par le bas sur le siège de la vanne de base est inférieure à la force pressante appliquée sur ce siège par le haut (est ajoutée à la force de pression de l'eau, le poids du mécanisme d'obturation).

Force de pression = (pression) x (surface pressée)

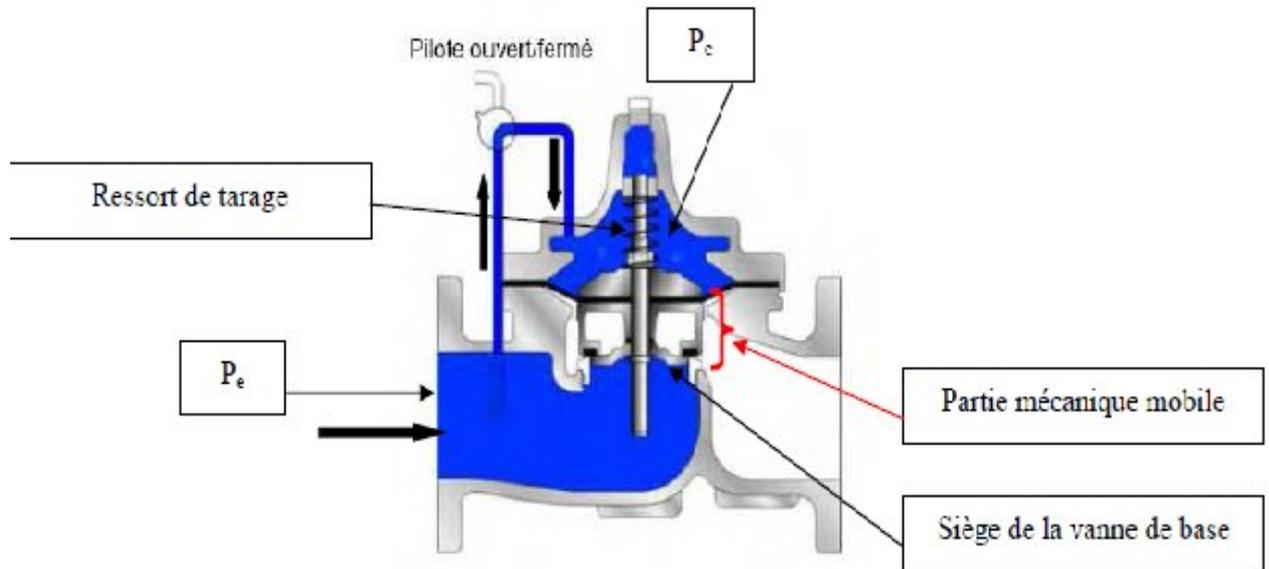


Figure 41 : la vanne de base en fonctionnement.

1.1.2.2 Cas où la vanne est équipée du pilote de régulation : fonctionnement en régulateur

L'ouverture ou la fermeture de la vanne de base est commandée par le pilote de régulation : la vanne de base suit les mouvements du pilote. Le réducteur de pression est réglé selon la consigne aval. Ainsi il mesure en permanence la pression aval. Dès que cette dernière devient supérieure à la consigne, le pilote se ferme, il n'y a plus d'eau qui circule vers son aval.

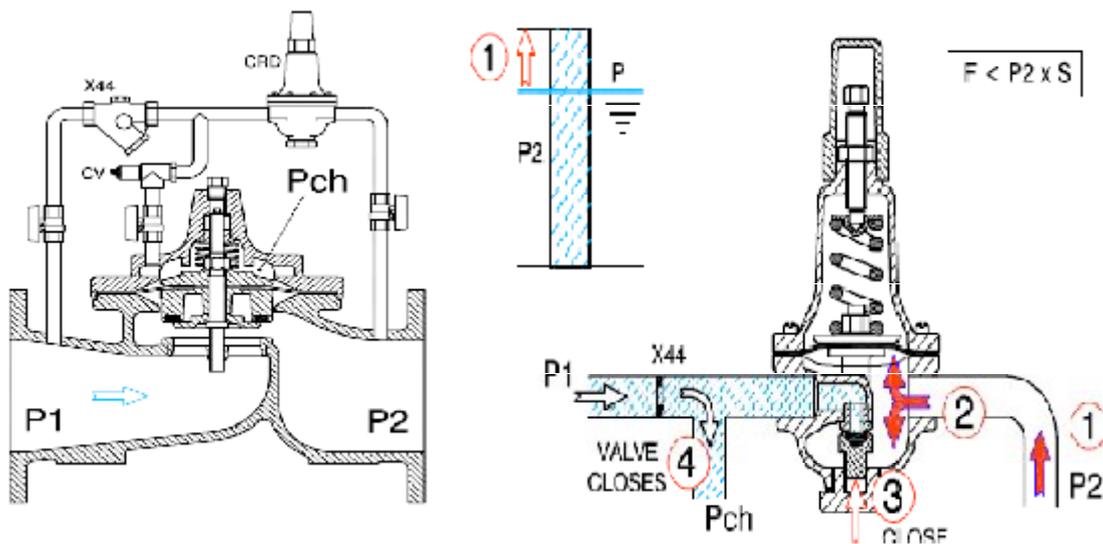


Figure 42 : Le pilote régulateur fermé.

Par conséquent l'eau, dans le circuit pilote est dirigée dans la chambre de vanne. On revient au cas 2-1-2-1 b) ci-dessus : la force pressante du bas vers le haut au niveau du siège est faible par rapport à celle du haut vers le bas. La vanne de base se ferme à son tour.

Dans le cas contraire, le pilote s'ouvre, la chambre de vanne se vide, la vanne de base s'ouvre.

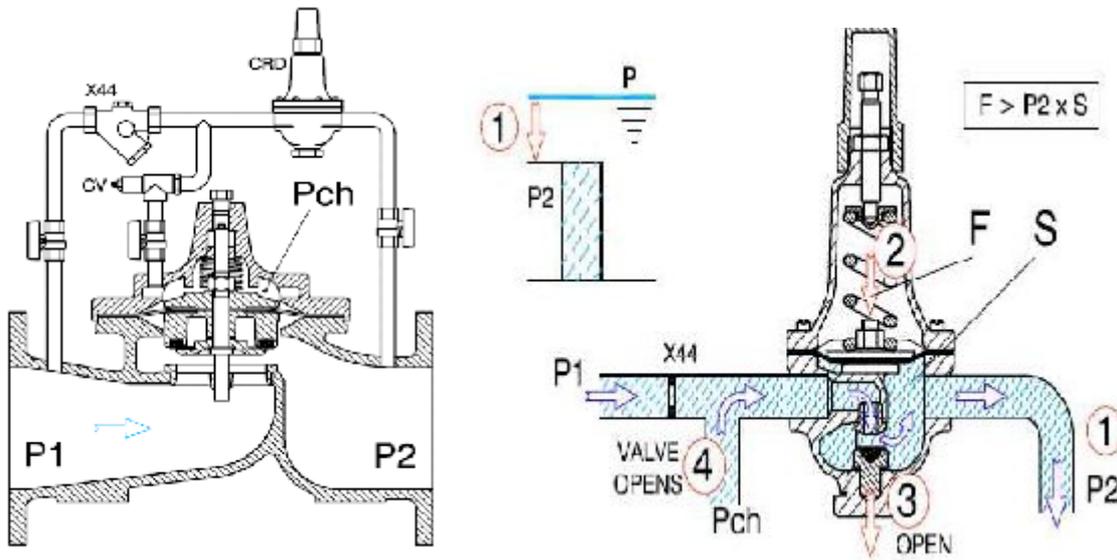


Figure 43 : Le pilote régulateur ouvert.

Remarque :

P_{ch} : pression de la chambre de commande

P_1 : pression amont du réseau

P_2 : pression aval du réseau

S : surface

CRD : le réducteur de pression

X44 : Filtre

Valve closes : la vanne est fermée

Close : fermé

Valve opens : la vanne est ouverte

Open : ouvert

Mais un certain volume d'eau emmagasiné dans la chambre de commande détermine une ouverture partielle verrouillée de la vanne. Lorsque la vanne est dans un état stable : l'eau ne sort et n'entre pas dans la chambre de commande, le pilote de réduction de pression fixe une position d'équilibre.

1.1.3. Comment dimensionner un stabilisateur de pression

C'est une opération très délicate qui nécessite une grande précision sur les données de dimensionnement. Une erreur de donnée peut amener à un choix erroné et donc au dysfonctionnement du matériel et peut entraîner de graves conséquences sur le réseau. Pour dimensionner les stabilisateurs de façon très précise, il est

nécessaire de réaliser une enquête sur le mode d'alimentation des immeubles de grande hauteur, mentionnant leur cote au sol et leur nombre d'étages, complétée par une campagne de mesure/enregistrement simultanés des pressions aux interconnexions et en pied des immeubles critiques identifiés pendant l'étude. On connaîtra ainsi précisément la perte de charge acceptable en période de pointe dans les ensembles de régulation, et la réduction de pression possible le reste du temps.

Ouverture de la vanne de base : il est recommandé d'adopter l'ouverture de la vanne à débit permanent à 70%, dans les conditions normales d'utilisation. La marge de 15 à 30% permet d'accepter un débit exceptionnel ponctuel qui pourrait se manifester en une courte période.

Les pressions :

- Pression entrée $< 2 + (6 \times \text{Pression sortie})$: pour éviter les risques de cavitation
- Pression minimale de l'ouverture ou pression à l'amont de l'appareil : 2m. C'est une valeur minimale nécessaire pour que l'ensemble du mécanisme mobile d'obturation puisse fonctionner
- Pression différentielle minimale ou différence de la pression entre amont et aval de l'appareil : 5m (3,5m étant la limite admissible). C'est une valeur minimale, importante pour que le mécanisme d'obturation de la vanne de base puisse se mettre en mouvement ascendant et descendant.

Coefficient de débit K_v : (m^3/h) ou C_v (l/s) ou encore le débit à la température de l'eau à environ 20° qui engendre une pression de 1bar dans l'appareil. C'est une grandeur caractéristique hydraulique de l'appareil : à débit minimum de fonctionnement, il ne doit pas être inférieur à 3%

Perte de charge singulière de l'appareil à débit maximal : pas de règle, cela dépend de la différentielle de pression à disposition.

Diamètre, débit et vitesse : voir tableau ci-après

Tableau 53 : critères de choix d'un brise charge

| diamètre (mm) | débit sélectionne (l/s) | vitesse (m/s) | Débit maximal permanent (l/s) | vitesse (m/s) |
|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| 200 | | 1 à 3 | 157 | 5 |
| 250 | 39-147 | 1 à 3 | 245 | 5 |
| 300 | 56 - 212 | 1 à 3 | 353 | 5 |
| 350 | 77 - 289 | 1 à 3 | 481 | 5 |
| 400 | 100 - 377 | 1 à 3 | 628 | 5 |
| 500 | 157 - 589 | 1 à 3 | 982 | 5 |
| 600 | 226 - 848 | 1 à 3 | 1414 | 5 |
| 700 | 307 - 1154 | 1 à 3 | 1924 | 5 |

Source : Catalogue CLA - VAL

1.1.4. Installation et maintenance et maintenance des réducteurs

Il est recommandé de:

- Installer la vanne de base horizontalement, le chapeau dirigé vers le haut.

- Installer la vanne dans le sens d'écoulement prévu. Celui-ci est indiqué par la plaquette signalétique de l'appareil monté sur la bride d'entrée (et/ou par la flèche d'écoulement placée sur le corps de la vanne de base).
- Purger la conduite amont avant l'installation de la vanne de base, afin d'éviter toute présence de corps étranger dans l'appareil.
- Prévoir des vannes de barrage à l'amont et/ou à l'aval afin d'isoler l'appareil lors de révision ou contrôle.
- Purger la chambre de commande de la vanne de base, ainsi que le circuit-pilote au(x) point(s) haut(s), lors de la mise en eau de l'appareil.

La vanne hydraulique ne requiert aucun graissage interne. Cependant il est recommandé de vérifier périodiquement l'état général du mécanisme interne (environ tous les ans en service continu, tous les 2 ans en service intermittent).

Le démontage de la vanne de base peut s'effectuer sans déposer l'appareil de la conduite.

- S'assurer que l'appareil n'est plus sous pression avant tout démontage :
- Déposer le circuit-pilote en repérant sa position originale et en utilisant la fiche technique spécifique de l'appareil.
- Dévisser les vis ou écrous de fixation du chapeau. Décoller le chapeau de la membrane à l'aide d'un burin et d'un marteau. Déposer le chapeau en prenant soin de ne pas entraîner l'axe du mécanisme interne avec le chapeau. Un crochet de levage peut être utilisé sur les vannes supérieures à DN 200.
- Enlever le ressort, puis le mécanisme interne en le tirant par l'axe, dans son alignement. Il est recommandé d'utiliser un crochet de levage fixé au centre de l'axe sur les vannes supérieures à DN 200.
- Nettoyer le filetage de l'axe du mécanisme interne à l'aide d'une brosse métallique avant de démonter le mécanisme interne fin d'éviter tout risque de grippage ultérieur. Dévisser l'écrou d'axe sans jamais tenir les parties guidées de l'axe. Deux plats situés sur la partie inférieure de l'axe permettent de bloquer sa rotation lors du dévissage de l'écrou.
- Enlever ensuite la rondelle de membrane (décoller la membrane à l'aide d'un bloc de bois et d'un marteau si nécessaire), la membrane, le porte-joint avec ses cales de montage et finalement le contre-siège. Si la vanne est en service depuis quelques années : le joint de siège peut être collé dans le logement du porte-joint, extraire le joint à l'aide de 2 tournevis fins sans abîmer ce dernier s'il ne doit pas être remplacé.

Conclusion

Nous vue l'installation et la maintenance des stabilisateur de pression est très complexe et nécessite une main d'œuvre qualifier dans ce domaine et que ces appareil on besoins d'une prise en charge permanente pour vérifier la pression amont et aval, mais elles assurent un bon fonctionnement du réseau et limitent la variation de la pression dans le réseau qui cause de grand dommageement pour les conduites et les joints entre eux.

Introduction

Le développement, les extensions irrégulières des agglomérations et les caractéristiques des habitations rendent les habitudes de consommation de plus en plus difficile à connaître et perturbent énormément la loi de consommation d'eau en fonction de la longueur des canalisations.

A travers de ce chapitre, différents cas de comportement de la pression au nœud par rapport à la pression demandée seront étudiées. Il convient de souligner que ces courbes caractéristiques des nœuds sont obligatoires à faire par les maîtres de l'œuvre pour être remises au maître de l'ouvrage. Ce dernier les mettra à la disposition de l'entreprise chargée de la gestion des réseaux d'eau potable. Chose que ne se fait pas actuellement en Algérie.

1. Caractéristiques nodales

Un nœud du réseau de distribution d'eau potable est caractérisé par un débit de consommation variable en fonction de la demande et la pression de service qui diminue quand le débit soutiré augmente. Cette diminution est la conséquence de l'influence des pertes de charges engendrées par les débits au niveau du nœud. Il faut préciser que le degré de variation de la pression au nœud, dans le sens d'une diminution, est fonction de l'éloignement du nœud correspondant par rapport au réservoir et de la configuration en accessoires des réseaux verticaux. Le mode de fonctionnement hydraulique d'une conduite influe énormément sur la variation de la pression.

Ainsi, un ingénieur ne peut se prononcer sur l'autorisation d'un branchement ou l'adjonction d'un suppresseur que sur consultation de la courbe caractéristique du nœud lui donnant tous les renseignements concernant la loi de variation de la pression compatible avec la demande de branchement.

2. La variation de pression au point de branchement

L'étude de cette loi permet à partir de l'ensemble des données recueillies d'assurer de bonnes conditions de fonctionnement hydraulique général du système de la chaîne de distribution : production /adduction/stockage/distribution. Pour étudier la loi de la variation de la pression d'un nœud on doit connaître :

➤ **La pression maximum absolue** : qui est obtenue pour un débit théorique nul, correspondant à la pression statique ou niveau du trop plein du réservoir.

➤ **La pression moyenne horaire** : qui correspond au débit moyen horaire. Cette pression théorique est loin d'être stable à cause des irrégularités de la consommation.

➤ **La pression minimum horaire** : qui correspond au débit maximum horaire.

Cette dépendance pression-débit n'est autre que la caractéristique du nœud qui ne pourra être obtenue qu'à partir d'une étude complète c'est-à-dire : étude du réseau Q_{\max}/h , Q_{moy}/h et Q_{\min}/h . Cette dépendance a l'allure suivante :

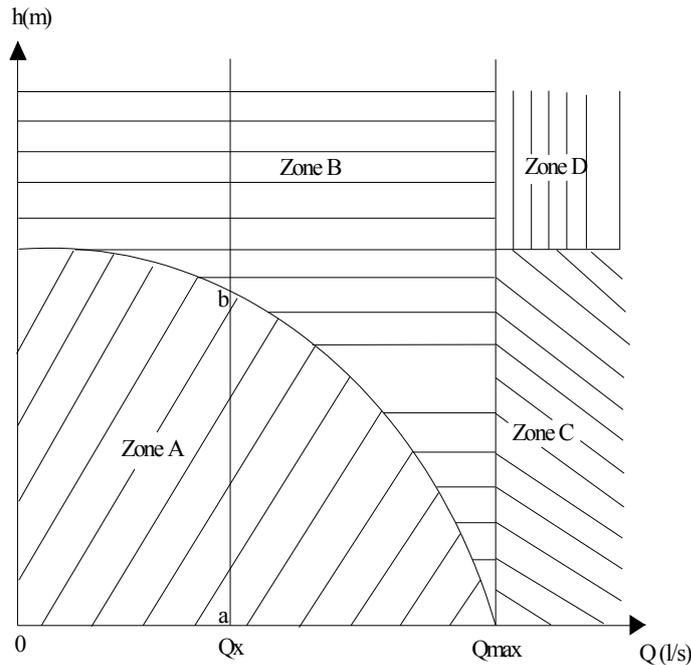


Figure 44 : courbe caractéristique d'un nœud

3. Corrélation courbe caractéristique-installation

Une installation, à usage hydraulique, est raccordée à un réseau fonctionne dans une fourchette de couples débits - pressions. La compatibilité de la pression au nœud à celle de l'installation limite tous désagréments. Sur la courbe caractéristique, on délimite 4 zones A, B, C, D qui seront étudiées ci après :

3.1 le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$)

Du point de vue débit, les caractéristiques du réseau répondent favorablement à l'installation.

$(Q_x ; H_x)$ en zone A :

Les caractéristiques du réseau conviennent à l'installation à la seule condition que l'écart entre la pression du réseau et la pression, l'installation soit tolérable sinon la réduire en utilisant la technique la plus favorable à l'installation.

$(Q_x ; H_x)$ en zone B :

Les caractéristiques du réseau sont insuffisantes. La pression H_x de l'installation se trouve au dessus de la courbe caractéristique du réseau. Dans ce cas, il faut augmenter la pression du réseau de Δh afin de la ramener à la pression de l'installation

$(Q_x ; H_x)$:

Sur la courbe caractéristique ; les caractéristiques du réseau coïncident exactement avec celles de l'installation. C'est l'idéal.

3.2 Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$)

Deux cas auxquels l'ingénieur devra trouver de solutions.

$(Q_x ; H_x)$ en zone C :

Les caractéristiques du réseau sont insuffisantes. La seule solution possible est de stocker l'eau aux heures creuses pour en disposer e heures de pointes. Plusieurs solutions s'offrent à l'ingénieur

- a- Stocker dans des réservoirs surélevés ;
- b- Stocker dans des réservoirs hydropneumatiques ;
- c- Stocker dans des réservoirs bas sans pression aux heures creuses et créer

$Q_x ; H_x$ aux heures de pointe.

La solution a et b sans possibles que si la grandeur H_x est située au dessous de la courbe caractéristique.

Si ce n'est pas le cas, seul la solution c est réalisable. Il convient de souligner qu'il faut ramener Q_x de l'installation aux débits d'heures creuses selon la possibilité du réseau.

$(Q_x ; H_x)$ en zone D :

La seule solution est de stocker dans des réservoirs bas sans pression aux heures creuses et créer Q_x et H_x aux heures de pointes.

Résumons cette étude du couple du débit-pression (tableau 54 et tableau 55).

Tableau 54 : Zone de variation du débit Q_x appelé :

| H_x | Q_x | $0 < Q_x < Q_{max}$ | $0 < Q_x < Q_{max}$ |
|-------------------------------|----------|---------------------|---------------------|
| | Position | A | B |
| $H_{reseau} > H_x$ avec excès | | (1) 1 | (2) 0 |
| $H_{reseau} < H_x$ sans excès | | (3) 0 | (4) 0 |
| $H_{reseau} = H_x$ | | (5) 1 ; 0 | (6) 0 |
| $H_{reseau} < H_x$ | | (7) 1 | (8) 1 |

Tableau 55 : Zone de variation du débit appelé ($Q_x > Q_{max}$) :

| H_x | Q_x | $Q_x > Q_{max}$ | $Q_x > Q_{max}$ |
|--------------------|----------|-----------------|-----------------|
| | Position | C | D |
| $H_{reseau} > H_x$ | | 1 | 0 |
| $H_{reseau} < H_x$ | | 0 | 1 |

4. Analyse de l'étude

Pour $Q_x > Q_{\max}$: la seule solution possible est de stocker pendant les heures creuses avec un débit $Q_c < Q_x$ pour créer Q_x ; H_x .A défaut de cette solution, il faut rechercher une source d'eau suffisante répondant aux conditions de l'installation. (Tableau 55)

Le tableau 54 nous dicte la conduite à tenir suivant :

- a- soit case 5, 6 ou $H_{\text{réseau}} = H_x$ (idéal).
- b- soit case 3, 4 ou $H_{\text{réseau}} < H_x$ sans excès.
- c- soit case 1 vers 3 ou 9 (réduction de pression).
- d- soit case 8 vers 6 ou 4 (augmentation de pression).

Conclusion

A travers de ce chapitre, nous avons développé une analyse d'une étude de la courbe caractéristique des nœuds en vue de doter les responsables gestionnaires des réseaux d'eau potable d'une méthodologie de travail leur permettant de mieux gérer en étudiant cas par cas tous les piquages des gros consommateurs. En fonction de la demande en eau (débit) et en compatibilité de fonctionnement de l'installation.

Cette courbe de modulation est à notre avis un outil d'aide à la décision.

CONCLUSION GENERALE

Arrivé au terme de notre travail, nous disons tous simplement que le problème de réseau d'alimentation de la ville d'Ahmer El Ain ce situe dans sont mauvais dimensionnement, car on a remarqué que :

- n'on pas prit en considération la grande pression dans le réseau qui due a l'implantation arbitraire des deux réservoirs ;
- la nature de la topographie de la région qu'est dans le coté Sud de la ville est très accidenté puits cette grande pente disparaisse au fur que nous montons vers le Nord de la ville ce qui a comme effet sur l'augmentation de la pression ;
- présence de nouvelle habitation urbaine qui n'on pas accès au réseau d'AEP

Pour remédier a ces problèmes nous proposé de :

- projeter de nouvelles conduites en PEHD au niveau de ces nouvelles habitations pour assurer leurs alimentation ;
- changer quelle tronçons qui représentent des déficiences de point de vue hydraulique et physique ;
- implanter des vannes réductrices de pression dans les tronçons qui présente une grande pression pour assurer une bonne stabilisation de la pression dans le réseau ;
- procéder à la réparation et aménagement de réseau et ces infrastructures (réparer les réservoirs ; les forages ; la station et le réseau de distribution)

Pour les ressources nous avons remarquez que elles suffisantes actuellement et dans le futur mais le problème se résolu dans l'origine de ces sources, on a constaté que 80% de ces ressources sont a l'origine des forages, avec les problèmes que la nappe de la Mitidja rencontre ces dernières années (le rabattement de la nappe, invasion maritime) il faut trouver d'autre ressource à épuiser en appliquant la nouvelle politique adopter par l'Algérie sur le dessalement d'eau de mer pour diminuer le débit pompé de ces forages.

Announcements :

ANRH : agence national des ressources en eau.

RN : route nationale.

F₁ : forage 1.

F_{2bis} : forage 2.

F₃ : forage 3.

F₄ : forage 4.

F₅ : forage 5.

F₆ : forage 6.

F₇ : forage 7.

F₈ : forage 8.

F₉ : forage 9.

F₁₀ : forage 10.

F₁₁ : forage 11.

F₁₂ : forage 12.

DN : diamètre normalisé.

AMC : amiante ciment.

PVC : polychlorure de vinyle non plastifier.

AEP : alimentation en eau potable.

PRV : vanne réductrice de pression.

DHW : direction de l'hydraulique de la wilaya.

PEHD : polyéthylène a haut densité.

Pressure : pression.

M (H₂O) : mètre colonne d'eau.

Legend : légende.

Color coding ligend : couleur de la légende.

Pipe : conduite.

Velocity : vitesse.

Oether : autre.

Bibliographie

[1] Dr BOUALEM SALAH :

Cours D'alimentation En Eau Potable

ENSH 1994

[2] CARLIER M :

Hydraulique générale et appliqué

Editions Eyrolles Paris 1972

[3] 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.

[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] LAGOUN ALI MANSOUR:

Mémoire de fin d'études d'AEP ; ETUDE DE REHABILITATION DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE OUED DJER (W.BLIDA).ENSH 2007.

[6] RECHERCHE SUR INTERNET :

www.goole.fr

www.mémoire-online.com

www.ingdz.com

www.wikipédia.fr