

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

**Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville
de Sidi-Aich (w. Bejaia) .**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0015-09

APA Citation (APA توثيق):

**Ayadi, Hamza (2009). Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville
de Sidi-Aich (w. Bejaia)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مباحثات، 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 »**

Département des Spécialités

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Spécialité : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau
Potable**

THEME

**Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la
ville de SIDI AICH (W. BEJAIA)**

Présenté par :

M^r : AYADI Hamza

Promoteur :

M^r : AYADI. A

Devant le jury composé de :

Président : M^r O. KHODJET-KESBA

Examineurs : M^{me} K. ZERHOUNI

M^{me} L. CHENINI

M^r M. DJELLAB

M^r M.LAIDI

juin 2009

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier du fond du cœur :

Mon promoteur M^r AYADI A, qui m'a énormément aidé à achever ce travail, que ce soit par ses conseils, ses orientations, sa disponibilité, ou même avec sa sympathie et son éternel sourire qui nous redonnent à chaque fois la volonté et la force de travailler ;

M^r BENHAFID, le directeur de l'école, ainsi que le sous directeur M^r KOUDJET, qui m'ont facilité des tas de procédures et qui ont veillé à la réussite de ce travail;

Tous les membres de jury qui me feront l'honneur d'examiner et de juger mon travail ;

Tous les enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique qui ont participé à ma formation ;

Tous les personnels de la bibliothèque qui m'ont beaucoup aidé et orienté durant ma recherche au prés de leur service ;

Mes copains de chambre, Samir, Lyes, Mestafa;

Mes amis, Redouane, Lyes. H, Makhlouf, Sofiane, Nabil, Mahfoud, Larbi, Mohand, Takfarinas, Said, Madjid, Belkacem, Yazid, Morad, Hakim;

Ainsi que Habiba, Lilia, Khadra, Fariza, Amina, Mima, Lydia, Amel ;

Enfin tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

AYADI A

DEDICACES

C'est avec une très grande émotion que je me permets de dédicacer ce présent travail à :

Particulièrement, à la mémoire de mon père, paix à son âme, qui a toujours cru en moi, et qui n'a cessé de me porter son soutien et son assurance ;

Ma chère mère, qui a beaucoup souffert pour moi, et qui sans elle je ne serais pas parvenu à grand-chose ;

Mon grand frère Farés qui a toujours été là pour moi ;

Mes frères, Locif, Rabah, et mes deux sœurs Mina et la petite Mamou,

Mon oncle paternel Brahim, sa femme Djedjia, ainsi que ses enfants Hassen, Tarik, et Nacera ;

Mon cousin Lakhal et sa femme Warda, ainsi que leur enfants,

Mon oncle paternels Malek, sa femme Tata, ainsi que ses enfants Karime, Redha, Zahir, et Kaled,

Ma grand-mère Taose, ainsi que ses enfants Fouad, mimi

Mes oncles maternels, Nadir et Sofi, ainsi que leur femme

Ma tante Atika , qui ma tant marqué par son courage,

Ma tante Dina, qui ma beaucoup encouragé et qui ma aidé à surmonter des tas d'obstacles ;

Mon oncle said, qui m'a beaucoup aidé a réalisé ce travail.

AYAD? h.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو التسيير الأمثل لشبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة سيدي عييش. ان انجاز لنموذج هيدروليكي، سمح بتشخيص الشبكة وتحديد المناطق التي تواجه مشاكل. انطلاقا من هذا الوضع، تم اقتراح اعدادات و مخطط التجديد. الاعدادات المقترحة، سمحت بضمان الكمية والضغط المطلوب في المناطق الصعبة لعام 2009. تجديد الأنابيب الأكثر تدهورا يمكن من تجنب الانكسارات على هذه الأخيرة. التقسيم يسمح بكشف التسربات غير المرئية بكل سرعة و سهولة وذلك بمراعاة قطاع الشبكة.

Résumé

L'objectif de la présente étude est d'optimiser la gestion du réseau de distribution d'eau potable de la ville de Sidi-Aïch.

La réalisation d'un modèle hydraulique a permis d'effectuer un diagnostic du réseau et d'identifier les zones à problèmes.

A partir de cet état des lieux, des aménagements et un plan de renouvellement, ont été proposés.

Les aménagements suggérés permettront d'assurer la quantité et la pression demandée dans les zones difficiles pour 2009.

Le renouvellement des canalisations les plus détériorées permettra d'éviter au maximum les ruptures sur ces dernières.

La sectorisation permettra, en tenant compte des disparités du réseau, de détecter plus facilement et plus rapidement les fuites non visibles.

Abstract

The objective of this study is to optimize the management of the distribution network of drinking water of town of Sidi-Aïch.

The realization of a hydraulic model made it possible to carry out a diagnosis of the network and to identify the zones with problems.

From this inventory of fixtures, installations and a plan of renewal were proposed.

Suggested installations will make it possible to ensure the quantity and the pressure required in the difficult zones for 2009.

The renewal of the most deteriorated drains will make it possible to avoid to the maximum the ruptures on these last.

The sectorisation will allow, by taking account of the disparities of the network, to detect more easily and more quickly the no visible escapes.

SOMMAIRE

Introduction générale

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA VILLE

| | |
|---|---|
| Introduction | 1 |
| I- Situation géographique..... | 1 |
| II- Situation topographique | 1 |
| III- Situation climatologique | 1 |
| III-1- Climat | 2 |
| III-2- Température | 2 |
| III-3- Pluviométrie | 2 |
| III-4- Vent | 2 |
| IV- Situation hydrologique et hydrogéologique | 2 |
| V- Ressource mobilisées | 3 |
| VI- Le réseau d'AEP de Sidi Aich par les chiffres..... | 3 |
| VI-1- méthodologie..... | 3 |
| VI-2- Statistiques sur le réseau..... | 4 |
| VI-3- Classement des conduites dans notre réseau..... | 5 |
| VI-3-1- Classement des conduites selon leur nature..... | 5 |
| VI-3-2- Classement des conduites selon leur diamètre..... | 5 |
| Conclusion | 5 |

CHAPITRE II

LES BESOINS EN EAU DE L'AGGLOMERATION

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 9 |
| I- L'évolution de la population : | 10 |
| I-1- prévision de la population | 12 |
| I-2- prévision de la population aux horizons d'études | 12 |
| II- L'évaluation des débits | 12 |
| II-1- Généralité | 12 |
| II-2- Consommation unitaire et choix de la dotation..... | 13 |
| II-3- Evaluation de nombres d'habitants a l'état actuel..... | 13 |
| II-4- Calcul du débit moyen journalier (2009)..... | 13 |
| II-5- Besoins en eau des différents usagers..... | 13 |
| III- Variation des débits de consommation dans le temps..... | 13 |
| III-1- Coefficient d'irrégularité..... | 14 |
| III-1-1- Coefficient d'irrégularité maximale ($K_{max,j}$) | 14 |
| III-1-2- Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$)..... | 14 |
| III-2- Coefficient maximum horaire ($K_{max,h}$)..... | 14 |
| III-3- Coefficient minimum horaire ($K_{min,h}$)..... | 15 |
| III-4- Détermination des débits journaliers..... | 15 |
| III-4-1- Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$)..... | 15 |
| III-4-2- Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)..... | 16 |
| III-5- Débit moyen horaire..... | 18 |

| | |
|--|----|
| III-6- Détermination du débit maximum horaire..... | 19 |
| IV- L'évaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants..... | 19 |
| V- Estimation de la population a l'horizon 2035..... | 20 |
| V-1- Calcul des besoins en eau..... | 20 |
| V-2- Détermination des débits journaliers..... | 20 |
| V-2-1- Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$)..... | 20 |
| V-2-2- Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)..... | 24 |
| V-3- Détermination des débits horaires..... | 24 |
| V-3-1- Débit moyen horaire..... | 24 |
| V-3-2- Débit maximum horaire..... | 25 |
| Conclusion..... | 25 |
| CHAPITRE III | |
| LES RESERVOIRS | |
| Introduction | 25 |
| I- Rôle des réservoirs | 25 |
| II- Emplacement des réservoirs | 25 |
| III- Choix du type du réservoir | 25 |
| IV- Equipement du réservoir..... | 27 |
| IV-1- Conduite d'arriver ou d'alimentation..... | 27 |
| IV-2- Conduite de départ ou de distribution..... | 27 |
| IV-3- Conduite de trop-plein..... | 27 |
| IV-4- Conduite de décharge ou de vidange | 28 |
| IV-5- Conduite by-pass | 28 |
| IV-6- Vidange et remplissage des réservoirs..... | 28 |
| V- Diagnostic de l'ouvrage de stockage existant..... | 28 |
| VI- Détermination de la capacité du réservoir..... | 29 |
| VI-1- Principe de calcul..... | 29 |
| VI-2- Comparaison entre le volume calculé et le volume existant..... | 30 |
| a- Le volume utile pour l'état actuel..... | 30 |
| b- Le volume utile pour l'horizon 2035..... | 30 |
| Conclusion..... | 30 |
| CHAPITRE IV | |
| SIMULATION DU RESEAU A L'ETAT ACTUEL | |
| Introduction | 31 |
| I- Type du système de distribution existant..... | 32 |
| II- Calcul hydraulique du réseau de distribution..... | 35 |
| II-1- Détermination des débits..... | 35 |
| a. Cas de pointe..... | 35 |
| b. Cas de pointe+ incendie..... | 37 |
| II-2 Résultats de la simulation..... | 38 |
| a. Cas de pointe | 38 |
| b. Cas de pointe+ incendie..... | 46 |
| Conclusion..... | 48 |

CHAPITRE V REMARQUES ET SOLUTIONS

| | |
|--|----|
| Introduction | 35 |
| I- Analyse de la situation actuelle 2009..... | 37 |
| II- Interprétation des résultats de calcul de 2009..... | 37 |
| II-1- Présentation des tronçons dont les vitesses sont inférieures et supérieur à la normale..... | 37 |
| II-1-1- Cas de pointe..... | 37 |
| II-2- Présentation des noeuds dont les pressions sont inférieures et supérieur à la normale..... | 37 |
| II-2-1 Cas de pointe..... | 37 |
| II-2-2- Cas de pointe + incendie..... | 38 |
| III- Solution du réseau actuel..... | 38 |
| IV- Proposition des diamètres..... | 38 |
| V- Simulation du réseau après proposition des solutions..... | 38 |
| V-1- cas de pointe..... | 49 |
| V-2- Cas de point +incendie..... | 55 |
| Conclusion..... | 55 |

CHAPITRE VI SIMULATION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2035

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 71 |
| I- Les types de réseaux..... | 72 |
| I-1- Réseaux maillés..... | 72 |
| I-2- Réseaux ramifiés..... | 72 |
| I-3- Réseaux étagés..... | 72 |
| II- Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l'horizon 2035..... | 72 |
| II-1- Détermination des débits..... | 74 |
| a. Cas de pointe..... | 74 |
| b. Cas de pointe + incendie..... | 74 |
| II-2- Résultats de la simulation de l'horizon 2035..... | 75 |
| a. Cas de pointe..... | 75 |
| b. Cas de pointe + incendie..... | 75 |
| Conclusion..... | 75 |

CHAPITRE VII OUTIL DE TRAVAIL POUR UN BRANCHEMENT DANS UN RESEAU

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 79 |
| I- Caractéristiques nodales..... | 79 |
| II- Etude de la variation de la pression au point de branchement..... | 79 |
| III- Corrélation courbe caractéristique – installation..... | 79 |
| III-1- Le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$)..... | 80 |
| III-2- Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$)..... | 80 |

| | |
|--|-----|
| III-2-1- (Q_x, H_x) en zone C..... | 104 |
| III-2-2- (Q_x, H_x) en zone D..... | 104 |
| IV- Analyse de l'étude..... | 102 |
| Conclusion..... | 103 |

CHAPITRE VIII
POSE DE CANALISATION

| | |
|---|-----|
| Introduction:..... | 104 |
| I- Différentes poses de la canalisation..... | 104 |
| I-1- Pose en terre..... | 105 |
| I-1-1- Exécution et aménagement de la tranchée..... | 106 |
| I-1-2- Pose de la conduite..... | 107 |
| I-1-3- Remplissage..... | 108 |
| I-1-4- Essai hydraulique..... | 109 |
| I-1-5- Remblayage..... | 109 |
| II- Franchissement des points spéciaux..... | 109 |
| II-1- Traversée de route..... | 110 |
| II-2- Traversée de rivière..... | 111 |
| II-3- Butées..... | 111 |
| III- Équipement du réseau de distribution..... | 111 |
| III-1- Type de canalisation..... | 111 |
| III-2- Appareils et accessoires du réseau..... | 112 |

CHAPITRE IX
PROTECTION EST SECURITE DE TRAVAIL

| | |
|--|-----|
| Introduction..... | 112 |
| I- Analyse des actions et conditions dangereuses pendant L'organisation de la construction du système d'AEP..... | 113 |
| I-1- Facteur matériel..... | 114 |
| I-2- Facteur humain..... | 114 |
| II- Mesure préventives pour éviter les causes des accidents..... | 114 |
| II-1- Protection collective..... | 114 |
| a- Engins de levage..... | 114 |
| b- Equipement de mise en œuvre du béton..... | 115 |
| c- Appareillages électriques..... | 115 |
| II-2- Autres protections..... | 115 |
| II-3- Protection individuelle..... | 115 |

CHAPITRE X
PROTECTION DES CONDUITES CONTRE LA CORROSION

| | |
|--|-----|
| Introduction..... | 115 |
| I- La corrosion..... | 116 |
| I-1- Généralité..... | 116 |
| I-2- Les facteurs de la corrosion..... | 116 |
| I-3- La corrosion interne..... | 116 |
| I-4- Corrosion externe..... | 121 |

| | |
|---|-----|
| II- Protection des conduites contre la corrosion..... | 121 |
| II-1- Corrosion externe..... | 121 |
| II-2- Protection cathodique..... | 121 |
| II-3- protection cathodique par anode réactive ou consommable..... | 121 |
| II-4- protection cathodique par soutirage du courant..... | 122 |
| II-5- corrosion interne des conduites..... | 122 |
| Conclusion..... | 122 |
| CHAPITRE XI | |
| GESTION ET SUIVI DU RESEAU | |
| Introduction..... | 123 |
| I- La gestion des forages..... | 123 |
| I-1- Adapter la pompe au captage..... | 123 |
| I-2- La connaissance des paramètres patrimoniaux..... | 123 |
| I-3- Les équipements techniques..... | 123 |
| II- Maintenance..... | 123 |
| II-1- La maintenance préventive..... | 124 |
| II-1-1- L'entretien courant..... | 125 |
| II-1-2- L'entretien préventif systématique..... | 126 |
| II-1-3- L'entretien préventif exceptionnel..... | 126 |
| II-2- La maintenance curative..... | 126 |
| III- Gestion technique et suivie général des installations (pour un captage par forage) | 126 |
| a) Contrôles hebdomadaires..... | 126 |
| b) Contrôles semestriels..... | 126 |
| IV- Vieillessement et traitement des forages..... | 126 |
| IV-1- Phénomène de corrosion..... | 127 |
| IV-1-1- Protection active..... | 127 |
| IV-1-2- Protection passive..... | 127 |
| IV-2- Phénomène de colmatage..... | 127 |
| V- Gestion et exploitation des réservoirs..... | 127 |
| V-1- Equipement des réservoirs..... | 128 |
| V-2- Aspects liés à l'exploitation des réservoirs..... | 129 |
| V-2-1- Opération de nettoyage..... | 129 |
| V-2-2- Contrôle de la qualité de l'eau..... | 129 |
| VI- Gestion et exploitation des réseaux..... | 129 |
| VI-1- La surveillance et l'entretien courant des adductions et réseau de distribution..... | 129 |
| Conclusion..... | 130 |

Conclusion générale

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau I.1 : Température mensuelle..... | 2 |
| Tableau I.2 : Précipitation maximale mensuelles..... | 3 |
| Tableau I.3 : les vitesses du vent au cours de l'année..... | 3 |
| Tableau I.4 : Les différencier forage existant avec leur débit..... | 4 |
| Tableau I.5 : Les caractéristiques des différents tronçons du réseau existants..... | 6 |
| Tableau I.6 : Classement des conduites selon leurs natures..... | 9 |
| Tableau I.7 : Classement des conduites selon leurs diamètres..... | 11 |
| Tableau II.1 : Evolution de la population..... | 13 |
| Tableau II.2 : La population de Sidi-Aïch pour différents horizons..... | 14 |
| Tableau II.3 : Débit moyen des différents consommateurs..... | 16 |
| Tableau II.4 : variation du coefficient β_{\max} | 18 |
| Tableau II.5 : variation du coefficient β_{\min} | 18 |
| Tableau II.6 : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants | 21 |
| Tableau II.7 : Variation des débits horaires (2009)..... | 22 |
| Tableau II.8 : calcul du débit moyen des équipements projetés (2035)..... | 24 |
| Tableau II.9 : Variation des débits horaires (2035)..... | 26 |
| Tableau III.1 : Les caractéristiques du réservoir d'Imadalou..... | 32 |
| Tableau III.2 : Les caractéristiques du réservoir d'Ighaouzen..... | 33 |
| Tableau III.3 : Les caractéristiques du réservoir de Timezghra (Mission)..... | 34 |
| Tableau III.4 : Calcul de la capacité de réservoir..... | 36 |
| Tableau IV.1 : détermination des débits route..... | 39 |
| Tableau IV.2 : détermination des débits aux nœuds..... | 42 |
| Tableau IV.3 : détermination des débits aux nœuds..... | 49 |
| Tableau IV.4 : Vitesse et perte de charge dans le réseau..... | 56 |
| Tableau IV.5 : Charge et pression dans le réseau..... | 61 |
| Tableau IV.6 : Vitesse et perte de charge dans le réseau..... | 64 |
| Tableau IV.7 : Charges et pressions dans le réseau existant..... | 68 |
| Tableau V.1 : Les vitesses inférieures à la normale..... | 74 |
| Tableau V.2 : les vitesses supérieures à la normale..... | 75 |
| Tableau V.3 : les pressions supérieures à la normale..... | 75 |
| Tableau V.4 : les pressions inférieures à lanormale..... | 76 |

| | |
|--|-----|
| Tableau V.5 : les pressions supérieures à la normale..... | 76 |
| Tableau V.6 : les pressions inférieures à la normale..... | 77 |
| Tableau V.7 : les diamètres proposes..... | 79 |
| Tableau V.8 : Les pressions avant et après les changements..... | 79 |
| Tableau V.9 : Les pressions avant et après changements..... | 80 |
| Tableau VI.1 : détermination des débits route..... | 83 |
| Tableau VI.2 : Détermination des débits aux nœuds..... | 85 |
| Tableau VI.3 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté | 89 |
| Tableau VI.4 : charges et pressions dans le réseau projeté..... | 92 |
| Tableau VI.5 : vitesse et perte de charge dans le réseau | 94 |
| Tableau VI.6 : charges et pressions dans le réseau..... | 97 |
| Tableau VII.1 : zone de variation du débit Q_x appelé..... | 103 |
| Tableau VII.2 : zone de variation du débit appelé ($Q_x > Q_{max}$) | 103 |
| Tableau VIII.1 : Choix du coefficient du talus..... | 107 |
| Tableau XI.1 : équipement des réservoirs..... | 131 |

| LISTE DES FIGURES | Pages |
|---|--------------|
| Fig. 01 : Pourcentage selon la nature des conduites..... | 10 |
| Fig. 02 : Linéaire en fonction de la nature des conduites (m)..... | 10 |
| Fig. 03 : Pourcentage selon le diamètre des conduites..... | 11 |
| Fig. 04 : Linéaire en fonction du diamètre des conduites (m)..... | 12 |
| Fig. 05 : Graphique de consommation..... | 23 |
| Fig. 06 : Courbe intégrale..... | 23 |
| Fig. 07 : Graphique de consommation totale..... | 27 |
| Fig. 08 : Courbe intégrale..... | 27 |
| Fig. 09 : Schéma montrant le rôle du réservoir R3..... | 73 |
| Fig. 10 : Schéma montrant les emplacements des clapets au niveau des conduites 4 et 67..... | 78 |
| Fig. 11 : Courbe caractéristique du nœud..... | 101 |
| Fig. 12 : Différents lits de pose..... | 108 |
| Fig. 13 : Pose de la conduite dans la tranchée..... | 108 |
| Fig. 14 : Essai hydraulique..... | 109 |
| Fig. 15 : Remblayage des fouilles..... | 110 |
| Fig. 16 : Traverse de la rivière..... | 111 |
| Fig. 17 : Butée sur un coude vertical..... | 112 |
| Fig. 18 : Butée sur un coude horizontal..... | 112 |
| Fig. 19 : Butée sur un branchement..... | 112 |
| Fig. 20 : Corrosion interne..... | 119 |
| Fig. 21 : Corrosion externe..... | 120 |

Introduction générale:

L'un des éléments essentiels qui caractérisent la vie sur notre planète est bien l'eau. Grâce à ce trésor la vie a pu se former depuis des millions d'années. Il s'agit bien entendu d'une source vitale inépuisable et sans égal où elle se considère comme étant un catalyseur inévitable de toute opération entre les être vivants.

Récemment, les changements climatiques et la forte demande simultanée en eau que ce soit par la population, l'agriculture, ou l'industrie, ont rendus cette ressource rare et parfois inaccessible.

En Algérie, de graves problèmes de pénurie d'eau se sont proclamés notamment lors de la sécheresse de 2001, où l'alimentation des villes, l'industrie, l'agriculture, et de diverses activités socioéconomiques ont été compromises.

A cette époque, le pays a failli opter pour l'importation de la ressource.

Ajoutons à cet égard la mauvaise gestion des réseaux, et l'augmentation du taux de fuite de ces derniers.

Il convient donc de veiller à préserver cette ressource et d'utiliser les meilleurs moyens pour l'acheminer, et l'exploiter d'une façon rationnelle et intelligente.

Dans ce qui suit, nous allons procéder à une étude de diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi-Aïch, qui souffre d'une grave discontinuité concernant l'alimentation en eau potable malgré sa disponibilité.

Par ailleurs, ce réseau a été inauguré en 1998. A cet effet, notre étude aura comme objectif, une étude du réseau, son diagnostic et éventuellement proposer des solutions.

Chapitre I

Présentation de la ville

Introduction :

L'objet de la première phase est la collecte des plans existants, des informations sur le réseau d'alimentation en eau potable et sa reconnaissance sur le terrain en collaboration avec les services technico-administratifs en d'autres termes c'est la collecte des données auprès des services citées ci-dessous:

APC de Sidi-Aich

ADE de Sidi-Aich

Subdivision de l'hydraulique de Sidi-Aich

I- Situation géographique :

La ville de Sidi-Aich se situe dans la partie centrale de la vallée de la Soummam. Le chef-lieu de la commune est à 50 km de la wilaya de Bejaia. La commune de Sidi-Aich se caractérise par deux milieux naturels distincts:

La commune de Sidi-Aich compte l'agglomération et la zone éparse.

Sidi-Aich est chef-lieu de la daïra et de la commune. La daïra de Sidi-Aich comprend les communes suivantes:- Sidi-Aich- Tinebdar- Tibane- Sidi-Ayad- El-Flaye- Tifra.

II- Situation topographique :

* L'altitude de la partie basse de la vallée de la Soummam varie de 80 à 100 m.

* Les versants de montagnes se trouvent à 600 m d'altitude.

Au niveau du chef-lieu de la commune, les versants se rapprochent l'un de l'autre pour former une cuvette.

Les versants se caractérisent par des cours d'eaux intermittents qui creusent des ravins importants débouchant sur l'Oued de la Soummam.

III- Situation climatologique :

III-1- Le Climat :

La commune de Sidi-Aich est exposée aux influences du climat méditerranéen du Nord Est (coté Remila) et du climat aride du Sud Ouest (coté Sidi-Aich), elle présente un climat méditerranéen sub-humide, caractérisé par une saison humide de novembre à la mi- mai et une saison sèche de la mi- mai à la mi- juin et des courtes périodes de sécheresse entre juillet – août.

III-2- La Température :

La région de la commune est caractérisée par un climat méditerranéen, avec un été chaud et sec et un hiver humide et froid. La température moyenne annuelle varie entre 10° et 26°C. Voir tableau I.1

Tableau I.1: La température mensuelle (Source A.N.R.H – Blida):

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T _{min} (°C) | 6,9 | 7,2 | 9,3 | 13,1 | 17,2 | 18,1 | 20,5 | 21,0 | 18,5 | 17,2 | 13,5 | 9,4 |
| T _{max} (°C) | 15,1 | 16,3 | 20,4 | 22,3 | 24,3 | 27,6 | 30,3 | 29,8 | 28,8 | 27,8 | 23,8 | 17,9 |
| T _{moy} (°C) | 10,2 | 10,9 | 13,9 | 17,3 | 20,3 | 22,2 | 25,4 | 25,4 | 23,1 | 21,9 | 17,6 | 12,7 |

Avec:

T_{min} : température minimale mensuelle en degré Celsius

T_{max} : température maximale mensuelle en degré Celsius

T_{moy} : température moyenne mensuelle en degré Celsius

III-3- La Pluviométrie :

La pluviométrie de la région est méditerranéenne caractérisé par une double irrégularité annuelle et interannuelle.

Malgré sa position septentrionale, il y a une nette opposition entre la saison froide et humide et la saison chaude et sèche.

Les précipitations moyennes mensuelles de la station de Bejaia sont représentées dans le tableau I.2.

Tableau I.2 : Précipitation maximale mensuelles (Source A.N.R.H – Blida):

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|
| P_{maxj} (mm) | 22,4 | 59,5 | 20,4 | 5,2 | 35,9 | 2,0 | 0,3 | 19,6 | 16,1 | 7,4 | 2,6 | 28,6 |

L'analyse de tableau nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- Les précipitations ne sont pas réparties uniformément au cours de l'année.
- Les mois juin, juillet et novembre accusent une très faible pluviométrie par contre au maximum très accusé

III-4- Le Vents :

Les vents constituent un facteur écologique important à des titres divers : agent de transport, facteur climatique, facteur mécanique.

Les vents soufflants dans notre région sont généralement de direction nord est, avec une vitesse qui croit avec l'altitude, la vitesse moyenne est de 2,5m/s à 3m/s.

La vitesse des vents au cours de l'année (en m/s) est représentée dans le tableau I.3

Tableau I.3 : La vitesse du vent au cours de l'année (Source A.N.R.H – Blida) :

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V (m/s) | 3,2 | 3,2 | 3,4 | 2,8 | 2,6 | 2,8 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,4 | 3,0 |

IV- Situation hydrologique et hydrogéologique

Le bassin versant de la Soummam est situé dans la partie Est de l'Algérie, il couvre une superficie de 9100 Km² de forme irrégulièrement étirée dans la direction Est Ouest et accède à la méditerranée par le golf de Bejaia.

Le bassin est délimité par la chaîne du Djurdjura est ses contrefort au Nord.

A l'Est, la limite est constituée par des élévations de faibles altitudes qui séparent le bassin du plateau de Constantine.

Au Sud Ouest, elle est constituée d'une succession de petites crêtes.

La commune de Sidi Aich est caractérisée par un réseau hydrographique dense.

L'oued Soummam est en général, de direction Sud Est au Nord est dans la commune.

Il fait trois grands méandres.

Au sein de la commune des affluents qui la traversent secs en été, et ne représentent que des petit ruisseaux (cours d'eaux) ramifiés alimentés soit par la fonte des neiges des montagnes, soit par les pluies intermittentes.

Le degré de ravinement est très important, cela est du au forte pente.

La région de Sidi Aich est alimentée par trois forages, les deux premiers font parties de la commune d'El flaye et alimentent le chef lieu, le troisième est localisé à Remila au niveau de la plaine de la Soummam donc alimenté par la nappe alluviale.

Les ressources en eaux souterraines sont très limitées vu que la vallée de l'oued Soummam est très étroite au niveau de la commune de Sidi Aich.

Il existe le long de la commune de Sidi Aich plusieurs puits au nombre de quarante huit (48), dont deux sont collectifs, un au niveau d'ERAD (débit= 10 l/s à l'arrêt depuis 1994, l'autre abandonné, il se trouve au niveau du la place SAINTE).

V- Ressources mobilisées :

L'alimentation en potable de la ville de Sid-Aich se fait à partir du champ de captage situé dans le lit de l'oued Assif Soummam. Les différentes régions de la commune sont alimentées par des réservoirs qui sont, à leur tour approvisionnés à partir des forages existants.

Tableau I.4: Les différents forages existant avec leur débit :

| OUVRAGES | LOCALISATION | DEBIT (l/s) | AFFECTATION |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Forage F1 | Aghernouz | 70 | Sidi-Aich/El-Flaye/Tinebdar |
| Forage F2 | Aghernouz | 25 | Sidi-Aich (rive gauche) |
| Forage.F3 | Cône de déjection de l'Oued Imoula | 25 | Sidi-Aich (rive droite)/ Sidi-Ayad |

VI- Le réseau d'AEP de Sidi Aich par les chiffres :

VI-1- Méthodologie :

Après la phase de récolement général qui a abouti à matérialiser le réseau sur les plans au 1/2000^{ème}, il a été procédé à sa digitalisation afin de le porter sur des supports informatiques.

Ensuite un travail sur les informations attributives (caractéristiques du réseau) a été organisé sur ce support et a débouché sur la mise en place d'une banque de données.

Cette banque de données numérique est reliée à un système d'information géographique (SIG), et met en correspondance les éléments graphiques (canalisations, vannes, réservoirs, ...) avec leurs caractéristiques.

Les concepts suivants ont été définis pour les réseaux d'eau potable considérés:

- Un tronçon est un élément possédant des caractéristiques homogènes sur toute sa longueur;
- Les équipements sont des éléments définissant les tronçons (noeuds aux extrémités, tels que les vannes et ouvrages) ou sections de tronçons (noeuds intermédiaires tels que les équipements publics, équipements spéciaux ou les branchements sensibles).

L'interrogation de ce système a permis d'obtenir et d'analyser les informations rapportées ci-après.

VI-2- Statistiques sur le réseau :

Il y a au total 95 conduites dans les réseaux d'AEP de Sidi-Aïch.

Ce type de réseau peut être pris en considération dans le cadre d'un système d'information Hydraulique (SIH) à l'échelle d'une unité géographique beaucoup plus étendue (bassin versant) ou d'une unité administrative (wilaya).

Les statistiques sur le réseau de la ville de Sidi-Aïch, se feront donc sur la base de l'échantillon des 95 conduites, cet échantillon représente un linéaire de 13077 m.

Les caractéristiques du réseau sont représentées sous forme de tableau :

Tableau I.5: Les caractéristiques des différents tronçons du réseau existants:

| N° | Tronçons | Diamètres (mm) | Matériaux | Longueurs (m) |
|-----------|-----------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
| 1 | 1_8 | 40/49 | ag | 162 |
| 2 | 1_2 | 300 | an | 10 |
| 3 | 2_7 | 80/90 | ag | 127 |
| 4 | 2_3 | 300 | an | 2 |
| 5 | 3_71 | 90 | pvc | 69 |
| 6 | 3_6 | 300 | an | 138 |
| 7 | 4_67 | 100 | an | 133 |
| 8 | 4_77 | 33/42 | ag | 157 |
| 9 | 4_83 | 100 | f | 120 |
| 10 | 6_7 | 100 | an | 47 |
| 11 | 6_66 | 300 | an | 48 |
| 12 | 7_9 | 100 | an | 160 |
| 13 | 8_9 | 40/49 | ag | 186 |
| 14 | 8_10 | 40/49 | ag | 339 |
| 15 | 9_10 | 100 | an | 269 |
| 16 | 10_85 | 100 | an | 466 |
| 17 | 15_80 | 40/49 | ag | 85 |
| 18 | 15_67 | 100 | f | 37 |
| 19 | 15_81 | 100 | f | 221 |
| 20 | 18_19 | 100 | f | 270 |
| 21 | 18_98 | 100 | an | 31,3 |
| 22 | 18_99 | 50/60 | ag | 215 |
| 23 | 19_67 | 100 | f | 234 |
| 24 | 19_21 | 100 | f | 78 |
| 25 | 20_205 | 100 | f | 589,2 |
| 26 | 20_66 | 300 | an | 188 |
| 27 | 20_22 | 125 | an | 79 |
| 28 | 31_21 | 100 | an | 296 |
| 29 | 21_25 | 100 | f | 170 |
| 30 | 22_24 | 125 | an | 88 |
| 31 | 22_23 | 125 | an | 46 |

Suite du Tableau I.5:

| N° | Tronçons | Diamètres (mm) | Matériaux | Longueurs (m) |
|-----------|-----------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
| 32 | 23_196 | 40/49 | ag | 43 |
| 33 | 23_65 | 125 | an | 162 |
| 34 | 24_26 | 125 | an | 84 |
| 35 | 24_132 | 40/49 | ag | 66 |
| 36 | 25_33 | 100 | an | 220 |
| 37 | 25_133 | 40/49 | ag | 370 |
| 38 | 25_100 | 100 | f | 338 |
| 39 | 26_28 | 125 | an | 36 |
| 40 | 26_27 | 125 | an | 143 |
| 41 | 27_101 | 125 | an | 41 |
| 42 | 27_63 | 40/49 | ag | 42 |
| 43 | 28_29 | 125 | an | 85 |
| 44 | 28_141 | 40/49 | ag | 57 |
| 45 | 29_32 | 125 | an | 89 |
| 46 | 29_139 | 40/49 | ag | 156 |
| 47 | 31_33 | 100 | f | 20 |
| 48 | 31_128 | 40/49 | ag | 62 |
| 49 | 32_34 | 125 | an | 29 |
| 50 | 32_160 | 125 | an | 31 |
| 51 | 33_37 | 100 | f | 219 |
| 52 | 34_35 | 125 | an | 142 |
| 53 | 34_131 | 50/60 | ag | 119 |
| 54 | 35_61 | 100 | an | 238 |
| 55 | 35_36 | 125 | an | 11,6 |
| 56 | 37_73 | 250 | an | 12 |
| 57 | 38_73 | 250 | an | 27 |
| 58 | 38_50 | 250 | an | 316 |
| 59 | 38_190 | 100 | ag | 30 |
| 60 | 41_109 | 80/90 | ag | 140 |
| 61 | 41_50 | 100 | ag | 29 |
| 62 | 41_108 | 100 | an | 72 |
| 63 | 42_44 | 100 | an | 87 |

Suite du Tableau I.5:

| N° | Tronçons | Diamètres (mm) | Matériaux | Longueurs (m) |
|-----------|-----------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
| 64 | 42_110 | 50/60 | ag | 89 |
| 65 | 42_50 | 100 | an | 209 |
| 66 | 43_44 | 100 | an | 16 |
| 67 | 43_45 | 50/60 | ag | 75 |
| 68 | 43_111 | 50/60 | ag | 124 |
| 69 | 44_122 | 50/60 | ag | 85 |
| 70 | 45_46 | 50/60 | ag | 48 |
| 71 | 45_123 | 50/60 | ag | 49 |
| 72 | 46_125 | 50/60 | ag | 186 |
| 73 | 46_47 | 50/60 | ag | 30 |
| 74 | 47_126 | 50/60 | ag | 242 |
| 75 | 47_124 | 50/60 | ag | 50 |
| 76 | 61_106 | 100 | an | 123 |
| 77 | 61_62 | 100 | an | 4 |
| 78 | 62_105 | 100 | an | 157 |
| 79 | 62_102 | 100 | an | 34 |
| 80 | 63_104 | 50/60 | ag | 50,48 |
| 81 | 63_103 | 50/60 | ag | 138 |
| 82 | 64_100 | 50/60 | ag | 112 |
| 83 | 64_105 | 50/60 | ag | 47 |
| 84 | 65_160 | 125 | an | 102 |
| 85 | 65_130 | 40/49 | ag | 60 |
| 86 | 66_84 | 40/49 | ag | 834 |
| 87 | 67_82 | 100 | an | 29 |
| 88 | 71_78 | 90 | an | 157 |
| 89 | 71_79 | 40/49 | ag | 52 |
| 90 | 73_145 | 33/42 | ag | 109 |
| 91 | 127_190 | 80/90 | ag | 235 |
| 92 | 160_161 | 40/49 | ag | 34 |
| 93 | R1_4 | 100 | an | 393 |
| 94 | R2_10 | 100 | an | 574,87 |
| 95 | R3_64 | 60 | ag | 53,21 |

Avec :

An : acier noir, Ag : acier galvanisé, f : fente

VI-3- Classement des conduites dans notre réseau :

VI-3-1- Classement des conduites selon leur nature :

Les conduites en acier galvanisé pour les diamètres les plus faibles sont utilisées essentiellement pour le réseau de distribution.

On retrouve aussi des tronçons du réseau de distribution constitué par des conduites d'autres

L'acier noir utilisé pour les plus gros diamètres est utilisé en général pour les conduites d'adduction, de refoulement et d'aspiration. Les conduites en acier noir qui ne représentent que 46 % du nombre de conduites totalisent le linéaire la plus important avec 5 625 m de longueur.

Les conduites en fonte ont toutes un diamètre de 100 mm et sont utilisées par le réseau de distribution.

Tableau I.6: Classement des conduites selon leur nature :

| n° | Nature | Nombre | Longueur (m) |
|-----------|-----------------|---------------|---------------------|
| 1 | acier galvanisé | 39 | 5087 |
| 2 | acier noir | 44 | 5625 |
| 3 | Fonte | 11 | 2296 |
| 4 | PVC | 1 | 69 |
| | Total | 95 | 13077 |

Pour mieux imaginer la structure de notre réseau nous avons bien voulu le structurer sous forme de camembert et cela en pourcentage selon le matériau.

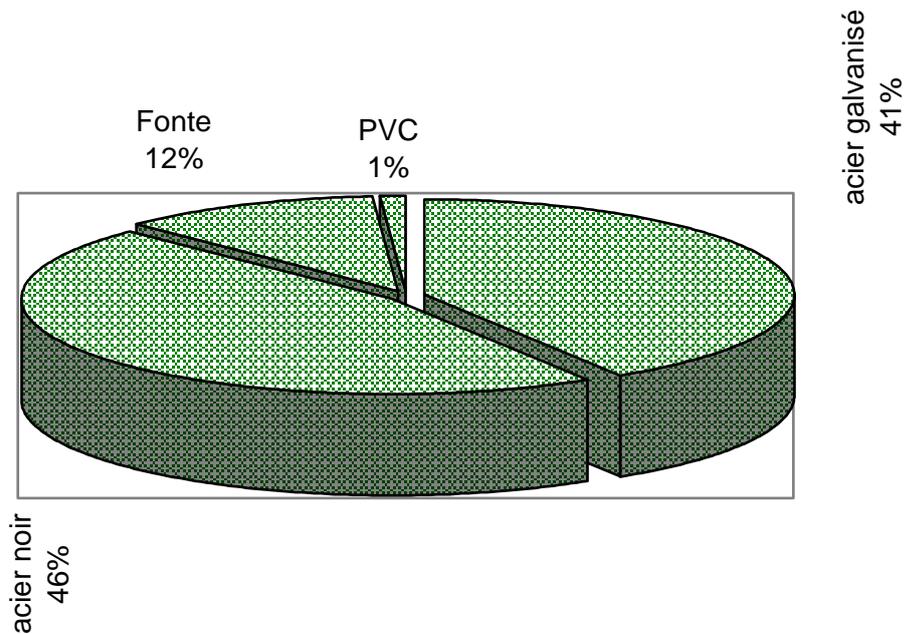


Fig.01 : Pourcentage selon la nature des conduites.

Le linéaire de chaque matériau est représenté sur la figure N°2

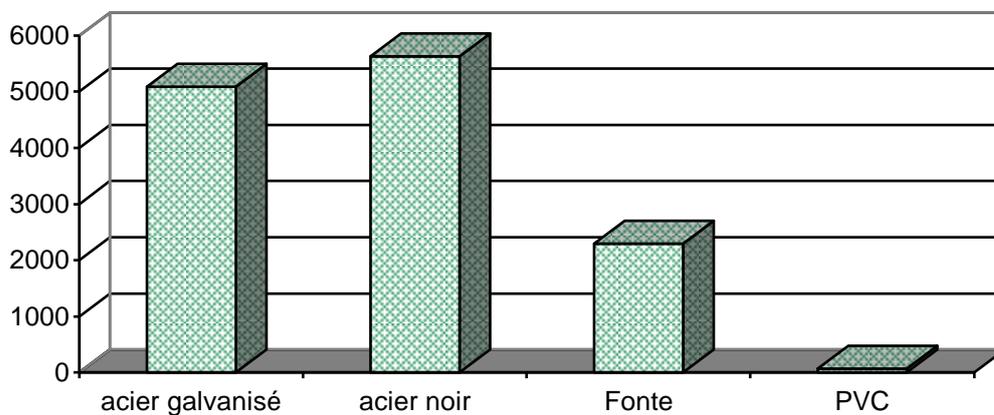


Fig.02 : Linéaire en fonction de la nature des conduites (m).

VI-3-2- Classement des conduites selon leur diamètre :

Les conduites de petit diamètre correspondent au réseau de distribution. Ce sont les dimensions 40/49 et 50/60 qui ont été les plus utilisées pour 24 % des effectifs. Les autres petits diamètres sont plus rares, et avec une à deux conduites seulement; les diamètres 33/42 et 80/90 sont moyennement répandus.

Le diamètre 100 mm, a été installé dans 35 % des cas.

Les grosses conduites avec des diamètres compris entre 125 à 300 mm représentent 24 % de l'ensemble des réseaux d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi-Aïch.

Tableau 1.7 : Classement des conduites selon leurs diamètres :

| N | Diamètre mm | Nombre | Longueur m |
|---|----------------|-----------|---------------|
| 1 | 33/42 | 2 | 266 |
| 2 | 40/49 | 15 | 2548 |
| 3 | 50/60 | 17 | 1712 |
| 4 | 80/90 | 5 | 728 |
| 5 | 100 | 33 | 5914 |
| 6 | 125 | 15 | 1168 |
| 7 | 250 | 3 | 355 |
| 8 | 300 | 5 | 386 |
| | Total | 95 | 13077 |

Pour mieux imaginer la structure de notre réseau nous avons bien voulu le structurer sous forme de camembert et cela en pourcentage selon le diamètre.

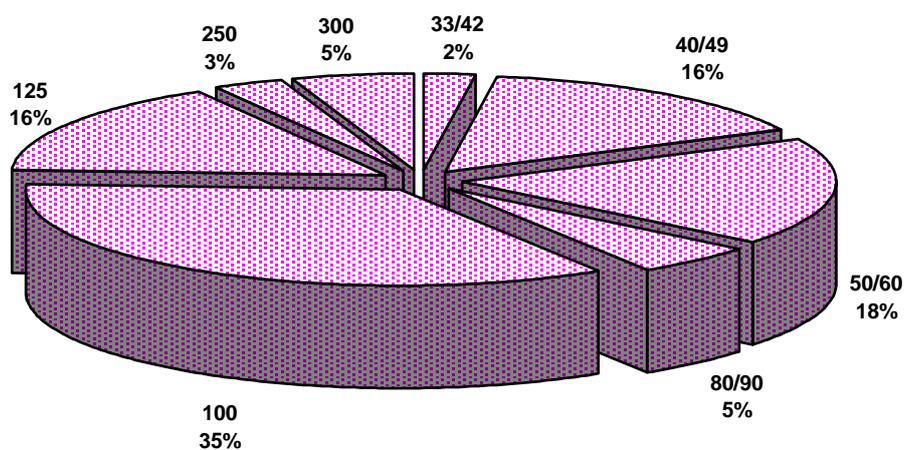


Fig.03 : Pourcentage selon le diamètre des conduites.

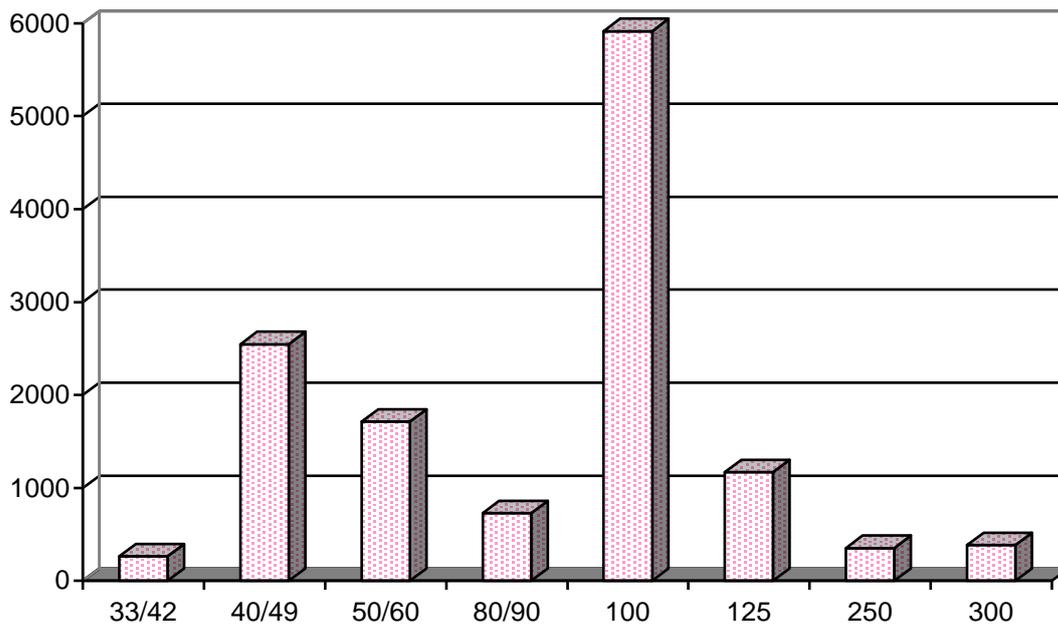


Fig.04: Linéaire en fonction du diamètre des conduites (m).

Conclusion :

L'objectif de ce diagnostic est d'acquérir une bonne connaissance de l'état actuel du réseau et de ses différentes installations, aussi bien par des visites et relevés des lieux (collecte de documents, topographie, etc....) que par des moyens d'analyse informatique.

Dans l'ensemble des données recueillies, nous estimons que celles-ci sont suffisantes pour entamer :

L'Etude de diagnostic et de réhabilitation des réseaux existants;

L'Etude et conception du réseau d'AEP selon l'horizon qui nous a été fixé par la subdivision de l'Hydraulique de Sidi Aîch.

Chapitre II

Evaluation des besoins en eau

Introduction :

Notre objectif dans ce chapitre intitulé évolution des besoins en eau, 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 (2035). Notre zone d'étude est une région à vocation agricole.

I- L'évolution de la population :

La population de la ville de Sidi-Aïch, à l'instar de toutes les autres villes d'Algérie, est répartie en deux zones distinctes et qui sont le chef-lieu de la commune et la zone éparse. D'après les données recueillies, 92 % de celle-ci se concentre au niveau de l'agglomération du chef-lieu (A.C.L).

I-1- Prévision de la population :

En ce qui concerne les prévisions pour le long terme, nous préconisons un taux d'accroissement moyen estimé à $T=2,6\%$, et une population stable au-delà de 2035 en raison de la saturation du périmètre d'étude et le caractère agricole de la région. Nous disposons comme donnée de base, le nombre de la population de 2008 qui est évalué à 13837

Tableau II.1: Evolution de la population source (APC de Sidi Aich)

| Désignation | population | | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1987 | 1998 | 2004 | 2005 | 2008 |
| | 8766 | 11220 | 13650 | 13796 | 13837 |

I-2- Prévision de la population aux horizons d'études :

Pour les calculs d'estimation de la population future, nous utiliserons finalement la formule de l'équation des intérêts composés:

$$P_n = P_0 \times (1+r)^n \quad (1)$$

Avec :

P_n : la population à l'horizon de calcul.

P_0 : la population actuelle (2008).

τ : Le taux d'accroissement moyen annuel de la population (0,026).

n : le nombre des années d'écart.

Nous allons donc résumer l'ensemble des résultats de calcul dans le tableau II.2.

Tableau II.2 : La population de Sidi Aich pour différents horizons :

| Désignation | Commune de Sidi Aich | | | | | | |
|--------------------|----------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | 2008 | | 2010 | | 2025 | | 2035 |
| Années | 2008 | | 2010 | | 2025 | | 2035 |
| Nombre d'habitants | 13837 | $\tau = 2,6\%$ | 14566 | $\tau = 2,6\%$ | 21407 | $\tau = 2,6\%$ | 27671 |

II- L'évaluation des débits:

II-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.

II-2- Consommation unitaire et choix de la dotation :

La dotation en eau allouée aux horizons considérés est en général en fonction des ressources disponibles. Selon l'ADE de la wilaya de Bejaia, les besoins actuelles sont estimés à 150 l/j/hab. Toute fois pour les besoins futures de notre zone d'étude, ceux-ci sont croissants et peuvent atteindre jusqu'à 180 l/j/hab.

II-3- Evaluation de nombres d'habitants a l'état actuel :

L'évolution de la population en Algérie est déterminée par la relation (1)

$$P_{2009} = 14131 \text{ habitants}$$

II-4- Calcul du débit moyen journalier (2009):

L'estimation du débit moyen de consommation domestique est exprimée par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy},j} = \frac{D_i X N_i}{1000} (m^3 / j) \quad (2)$$

Avec :

$Q_{\text{moy},j}$: consommation moyenne journalière en m^3/j ;

D_i : dotation journalière en l/j/hab.

N_i : nombre de consommateurs.

$$\text{AN : } Q_{\text{moy},j} = \frac{150 \times 14131}{1000} = 2119,65 \text{ m}^3/j$$

$$Q_{\text{moy},j} = 2119,65 \text{ m}^3/j$$

II-5- Besoins en eau des différents usagers :

Afin de répondre aux besoins de la population en matière d'alimentation en eau potable à moyen terme et plus longs termes, c'est à dire pour les horizons 2005 et 2025 et ainsi lui garantir un confort et un niveau de vie normalisés, nous utilisons une dotation de 200 l/j/hab. pour l'usage domestique, pour les deux horizons. [4]

Tableau II.3: Débit moyen des différents consommateurs :

| Nature des usagers | Désignation | Nombre | Année | Unité de base | Dotation moy, (l/j.hab) | Q _{moy} (m ³ /j) |
|-------------------------------|--------------------|--------|-------|---------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Habitants | Nombre d'Habitants | 14131 | 2009 | Habitant | 150 | 2119,65 |
| Hôpitaux | Capacité d'accueil | 240 | 2009 | lits | 60 | 14,4 |
| Ecole primaire | Capacité d'accueil | 2133 | 2009 | élèves | 25 | 53,325 |
| C E M | Capacité d'accueil | 838 | 2009 | élèves | 30 | 25,140 |
| Lycée | Capacité d'accueil | 2504 | 2009 | élèves | 30 | 75,120 |
| Mosquée | Nombre de fidèles | 6000 | 2009 | fidèles | 25 | 150 |
| Daïra | Nombre d'employés | 40 | 2009 | employés | 25 | 1 |
| A P C | Nombre d'employés | 40 | 2009 | employés | 25 | 1 |
| Commissariat de police | Nombre d'employés | 60 | 2009 | employés | 25 | 1,5 |
| Gendarmerie | Nombre d'employés | 2000 | 2009 | employés | 25 | 50 |
| TOTAL(m³/j) | | | | | | 2491,135 |

III- 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 week-end.
Variations horaires qui dépendent du régime de consommation de la population. Elles représentent les variations les plus importantes.

III-1- Coefficient d'irrégularité :

III-1-1- 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 : [3]

$$K_{max,j} = Q_{max,j} / Q_{moy,j} \quad (3)$$

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%.

III-1-2- 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 :

$$K_{min,j} = Q_{min,j} / Q_{moy,j} \quad (4)$$

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

III-2- 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 :

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \quad (5)$$

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 II.4 nous donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.4 : 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 |

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 14131, alors :

$$\beta_{\max} = 1,15$$

la valeur de $K_{\max,h}$ sera :

$$K_{\max,h} = 1,15 \times 1,3 = 1,5$$

$$K_{\max,h} = 1,5$$

III-3- 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:

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} \times \beta_{\min} \quad (6)$$

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 II.5 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.5 : 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 |

$$B_{\min,h} = 0,45$$

la valeur de $K_{\min,h}$ sera alors :

$$K_{\min,h} = 0,45 \times 0,1 = 0,045.$$

$$K_{\min,h} = 0,045$$

III-4- Détermination des débits journaliers :

III-4-1- Consommation minimale journalière ($Q_{\min,j}$) :

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

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \times Q_{\text{moy},j} \quad (7)$$

On prend $K_{\min,j} = 0,8$

$$D'où : Q_{\min,j} = 0,8 \times 1400 = 1120 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\min,j} = 1120 \text{ m}^3/\text{j}$$

III-4-2- Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction.

Il nous permet de dimensionner le réservoir et les équipements de la station de pompage. [3]

Ce débit est donné par la relation suivante :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy},j} \quad (8)$$

Avec :

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

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

$K_{\max,j}$: coefficient d'irrégularité maximale journalière, donc :

$$Q_{\max,j} = 1,2 \times 2491,135 = 2989,362 \text{ m}^3/j$$

D'où : $Q_{\max,j} = 2989,362 \text{ m}^3/j$

III-5- Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = Q_{\max,j}/24 \quad (\text{m}^3/h) \quad (9)$$

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

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

Donc : $Q_{\text{moy},h} = \frac{2989,362}{24} = 124,56 \text{ m}^3/h.$

$$Q_{\text{moy},h} = 124,56 \text{ m}^3/h$$

III-6- Détermination du débit maximum horaire :

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

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} \times Q_{\text{moy},h} \quad (10)$$

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

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

On a donc :

$$Q_{\max,h} = 1,62 \times 124,56 = 201,79 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{\max,h} = 201,79 \text{ m}^3/h \quad \text{ou} \quad 56,05 \text{ l/s}$$

IV- L'évaluation 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 choisit la répartition variant de moins de 10000 habitants pour l'année 2009 et de 10001 à 50000 habitants pour l'horizon 2035.

Tableau II.6 : 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 |

Source : (polycop d'A.E.P de Salah Boualem).

Tableau II.7 : Variation des débits horaires (2009) :

| Heures | Consommation totale | | Courbe de la consommation | |
|--------|--|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| | $Q_{\max,j} = 2989,362\text{m}^3/\text{J}$ | | Cumulée | |
| (h) | % | M^3/h | % | M^3/h |
| 0-1 | 1.5 | 44,84043 | 1.5 | 44,8404 |
| 01-02 | 1.5 | 44,84043 | 3 | 89,6809 |
| 02-03 | 1.5 | 44,84043 | 4.5 | 134,521 |
| 03-04 | 1.5 | 44,84043 | 6 | 179,362 |
| 04-05 | 2.5 | 74,73405 | 8.5 | 254,096 |
| 05-06 | 3.5 | 104,62767 | 12 | 358,723 |
| 06-07 | 4.5 | 134,52129 | 16.5 | 493,245 |
| 07-08 | 5.5 | 164,41491 | 22 | 657,66 |
| 08-09 | 6.25 | 186,83513 | 28.25 | 844,495 |
| 09-10 | 6.25 | 186,83513 | 34.5 | 1031,33 |
| 10-11 | 6.25 | 186,83513 | 40.75 | 1218,17 |
| 11-12 | 6.25 | 186,83513 | 47 | 1405 |
| 12-13 | 5 | 149,4681 | 52 | 1554,47 |
| 13-14 | 5 | 149,4681 | 57 | 1703,94 |
| 14-15 | 5.5 | 164,41491 | 62.5 | 1868,35 |
| 15-16 | 6 | 179,36172 | 68.5 | 2047,71 |
| 16-17 | 6 | 179,36172 | 74.5 | 2227,07 |
| 17-18 | 5.5 | 164,41491 | 80 | 2391,49 |
| 18-19 | 5 | 149,4681 | 85 | 2540,96 |
| 19-20 | 4.5 | 134,52129 | 89.5 | 2675,48 |
| 20-21 | 4 | 119,57448 | 93.5 | 2795,05 |
| 21-22 | 3 | 89.68086 | 96.5 | 2884,73 |
| 22-23 | 2 | 59,78724 | 98.5 | 2944,52 |
| 23-24 | 1.5 | 44,84043 | 100 | 2989,36 |
| total | 100 | 2989,362 | | |

$Q_{\max h} = 186,84 \text{ m}^3/\text{h}$ soit 51,9 l/s

$Q_{\min h} = 44,84 \text{ m}^3/\text{h}$ soit 12,46 l/s

Choix du graphique de consommation en fonction du nombre d'habitant (2009)

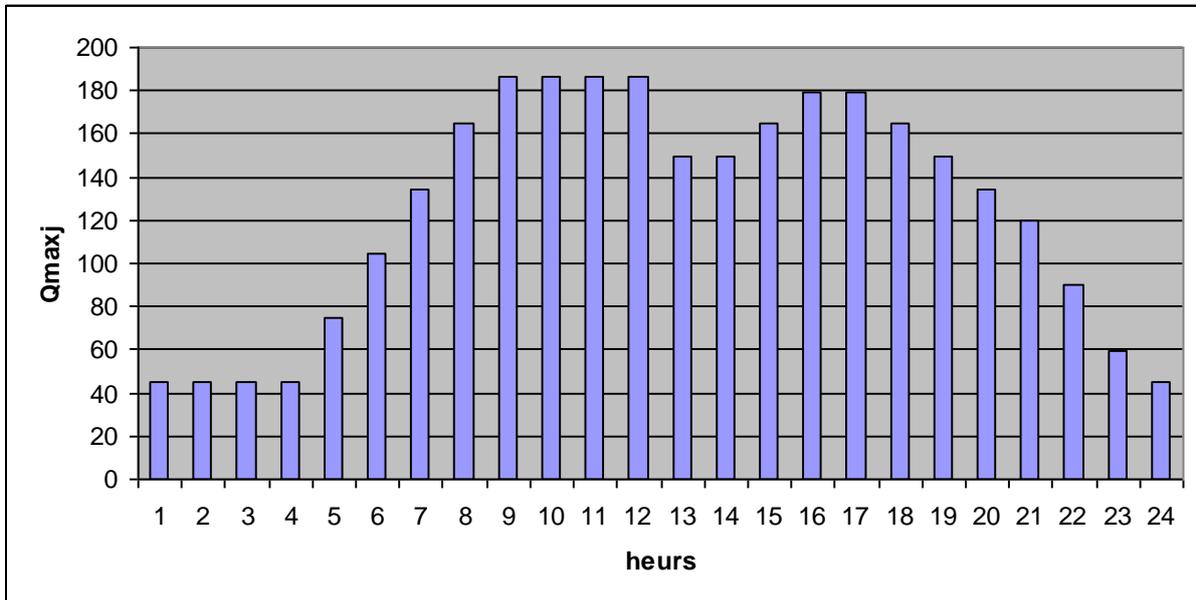


Fig. 05 : graphique de consommation

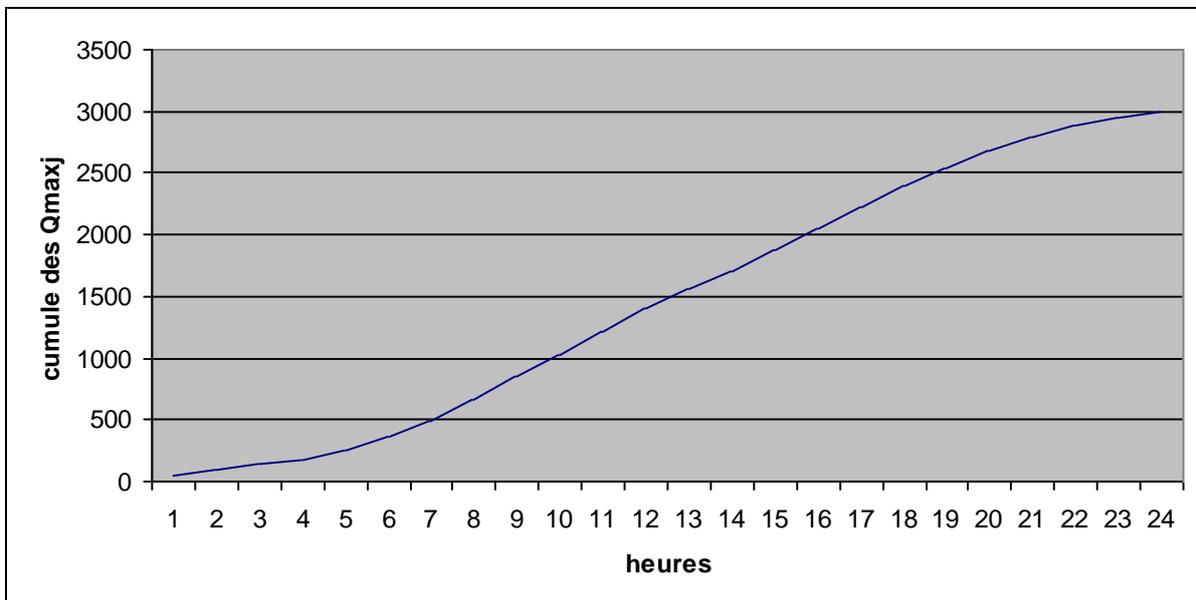


Fig.06 : courbe intégrale

V- Estimation de la population a l'horizon 2035 :

V-1- Calcul des besoins en eau :

Notre zone d'étude est actuellement dépourvue d'équipements, mis à part l'existence d'une mosquée, d'un centre de santé et d'une école primaire. Pour répondre aux besoins de la population future, nous prévoyons la réalisation d'un programme d'équipement qui sera mis au point ultérieurement. Nous allons toujours utiliser les mêmes formules pour les calculs des débits mais seule la dotation va changer car les habitudes de consommations vont changés avec l'évolution de la mentalité et les confort que procure l'évolution technologique. Nous allons récapituler l'ensemble des débits moyens des différents consommateurs de l'horizon (2035) dans le tableau suivant.

Tableau II.8 : calcul du débit moyen des équipements projetés (2035) :

| Secteur | Usager | Dotation (l/j/unité) | Q_{moy} (m³/j) |
|--|---|-----------------------------|--|
| Domestique | 27671 habs | 180 | 4980,78 |
| Scolaire : - une école | 500 élèves | 45 | 22,5 |
| Sanitaire : - centre de santé | 100 lits de malades | 80 | 8 |
| Administratif : services divers | 120 agents | 25 | 3 |
| Socioculturel : - Salle de sport - Sûreté urbaine - Mosquée. | 150 abonnés 150 agents 600 fidèles | 25 | 22,5 |
| Commercial : - Marché - Un centre commercial - Super marché | 800 marchands 200 marchands 120 marchands | 25 | 28 |
| TOTAL (m³/j) | | | 5064,78 |

V-2- Détermination des débits journaliers :

V-2-1- Consommation minimale journalière ($Q_{\min,j}$) :

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \times Q_{\text{moy},j} \quad (11)$$

On prend $K_{\min,j}=0,8$

d'où $Q_{\min,j} = 0,8 \times 5064,78 = 4051,824 \text{ m}^3/\text{j}$

$$Q_{\min,j} = 4051,824 \text{ m}^3/\text{j}$$

V-2-2- Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy},j} \quad (12)$$

$$Q_{\max,j} = 1,2 \times 5064,78 = 6077,736 \text{ m}^3/\text{j}$$

D'où :
$$Q_{\max,j} = 6077,736 \text{ m}^3/\text{j}$$

V-3- Détermination des débits horaires :

V-3-1- Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = Q_{\max,j}/24 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (13)$$

$$Q_{\text{moy},h} = \frac{6077,736}{24} = 253,24 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q_{\text{moy},h} = 253,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

V-3-2- Débit maximum horaire :

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} \times Q_{\text{moy},h} \quad (14)$$

D'après interpolation nous avons obtenu $K_{\max,h} = 1,50$

D'où $Q_{\max,h} = 1,5 \times 253,24 = 379,86 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_{\max,h} = 379,86 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ou } 105,52 \text{ l/s}$$

La variation des horaires sera donnée par le tableau II.9

Tableau II.9: Variation des débits horaires (2035) :

| Heures | Consommation totale | | Courbe de la consommation | |
|--------|--|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| | $Q_{\max,j} = 6077.736\text{m}^3/\text{J}$ | | Cumulée | |
| (h) | % | M^3/h | % | M^3/h |
| 0-1 | 1.5 | 91,16604 | 1.5 | 91,16604 |
| 1-2 | 1.5 | 91,16604 | 3 | 182,33208 |
| 2-3 | 1.5 | 91,16604 | 4.5 | 273,49812 |
| 3-4 | 1.5 | 91,16604 | 6 | 364,66416 |
| 4-5 | 2.5 | 151,9434 | 8.5 | 516,60756 |
| 5-6 | 3.5 | 212,72076 | 12 | 729,32832 |
| 6-7 | 4.5 | 273,49812 | 16.5 | 1002,8264 |
| 7-8 | 5.5 | 334,27548 | 22 | 1337,1019 |
| 8-9 | 6.25 | 379,8585 | 28.25 | 1716,9604 |
| 9-10 | 6.25 | 379,8585 | 34.5 | 2096,8189 |
| 10-11 | 6.25 | 379,8585 | 40.75 | 2476,6774 |
| 11-12 | 6.25 | 379,8585 | 47 | 2856,5359 |
| 12-13 | 5 | 303,8868 | 52 | 3160,4227 |
| 13-14 | 5 | 303,8868 | 57 | 3464,3095 |
| 14-15 | 5.5 | 334,27548 | 62.5 | 3798,585 |
| 15-16 | 6 | 364,66416 | 68.5 | 4163,2492 |
| 16-17 | 6 | 364,66416 | 74.5 | 4527,9133 |
| 17-18 | 5.5 | 334,27548 | 80 | 4862,1888 |
| 18-19 | 5 | 303,8868 | 85 | 5166,0756 |
| 19-20 | 4.5 | 273,49812 | 89.5 | 5439,5737 |
| 20-21 | 4 | 243,10944 | 93.5 | 5682,6832 |
| 21-22 | 3 | 182,33208 | 96.5 | 5865,0152 |
| 22-23 | 2 | 121,55472 | 98.5 | 5986,57 |
| 23-24 | 1.5 | 91,16604 | 100 | 6077,736 |

$$Q_{\max,h} = 379.8585 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{et} \quad Q_{\min,h} = 91.16604 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le graphique de consommation sert à déterminer le débit maximum horaire. Dans notre cas, l'heure où on enregistre le débit maximum selon le graphique ci-dessous est de 9 à 12 heures.

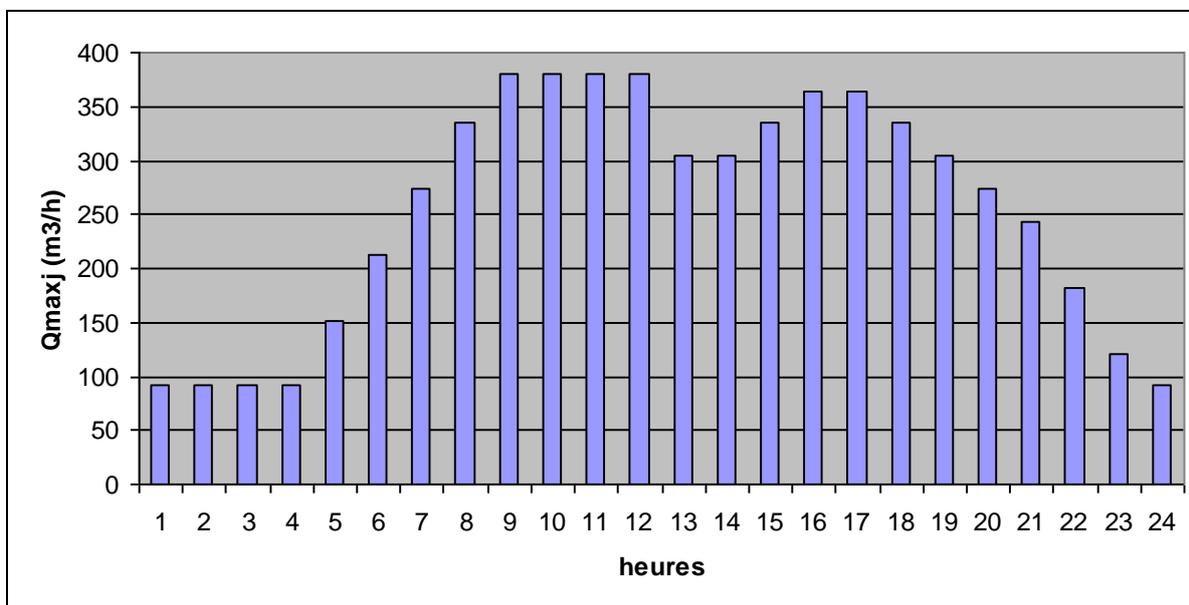


Fig.07 : graphique de consommation totale

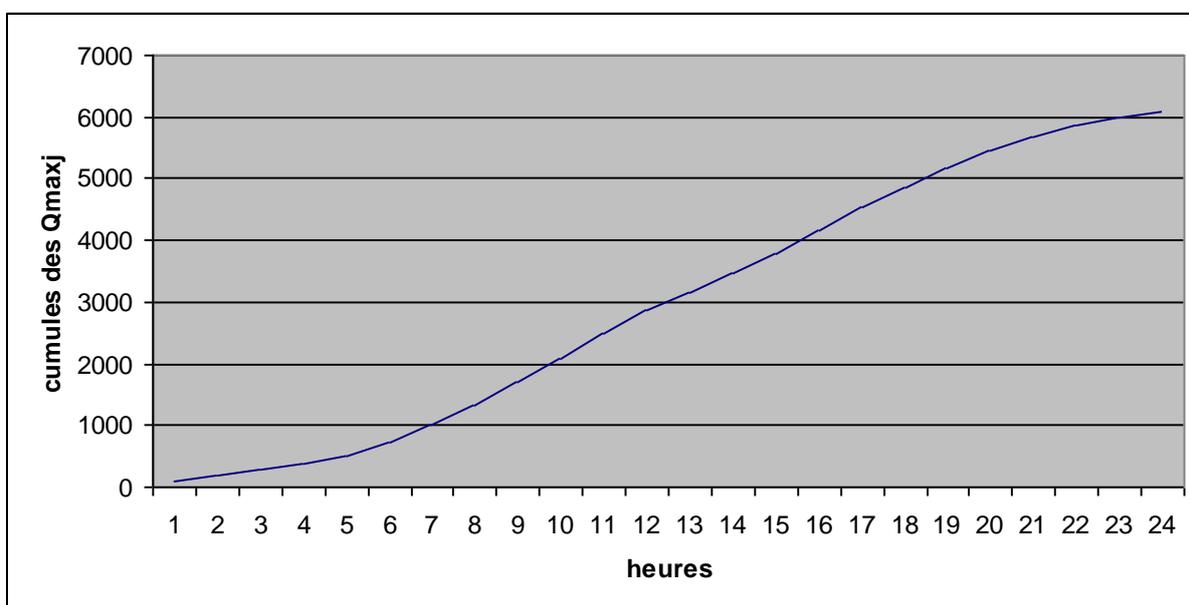


Fig.08 : courbe intégrale

Conclusion

Nous avons remarqué que la population de Sidi Aich a pratiquement doublé à l'horizon d'étude ainsi que la consommation maximale journalière. Il est donc nécessaire de vérifier à ce que nos sources vont satisfaire la demande de notre agglomération dans le temps. Nous allons déterminer dans le chapitre qui suit la capacité du réservoir de stockage de la commune et diagnostiquer les réservoirs existants.

Chapitre III

Les réservoirs

Introduction :

Le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adduction et les réseaux de distribution. C'est un ouvrage aménagé pour contenir de l'eau, soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à usage industriel. Ces derniers possèdent des débits non uniformes durant la journée ; d'où le rôle du réservoir qui permet de gérer les débits selon la demande.

I- Rôle des réservoirs :

Le rôle des réservoirs a sensiblement varié au cours des âges. Servant tout d'abord de réserves d'eau, leur rôle primordial fût, ensuite, de parer à un accident survenu dans l'adduction. Ils constituent une réserve permettant d'assurer aux heures de pointe le débit maximal demandé, de plus ils peuvent aussi jouer les rôles suivants :

- * Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe ;
- * Régulariser le fonctionnement de la pompe ;
- * Régulariser la pression dans le réseau de distribution ;
- * Coordonner le régime d'adduction au régime de distribution ;
- * Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée ;
- * Assurer la réserve d'incendie ;
- * Jouer le rôle de relais ;
- * Réduire la consommation de l'énergie électrique aux heures de pointe.

II- Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre. Pour cela nous sommes amenés à tenir compte des certaines considérations techniques et économiques suivantes :

- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire, c'est-à-dire que la côte du radier doit être supérieure à la côte piézométrique maximale dans le réseau.
- Pour des raisons économiques, il est préférable que son remplissage se fasse gravitairement, c'est-à-dire le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau.
- L'implantation doit se faire aussi de préférence, à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre important de consommation.

L'emplacement du réservoir doit être choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés de point de vue pression.

III- Choix du type du réservoir :

Pour des capacités réduites, les réservoirs sont, parfois, construits en tôle. Mais, d'une manière générale, les réservoirs sont construits en maçonnerie et surtout en béton armé ou en béton précontraint. La hauteur à donner au plan d'eau inférieur de la cuve impose, très souvent, les conditions de construction du réservoir, qui peut être :

Soit complètement enterré ;

Soit semi enterré ;

Soit surélevé.

Dans le cas de notre projet, les réservoirs existants sont les suivants :

- ✓ Réservoir d'IMADALOU
- ✓ réservoir d'IGHAOUZEN
- ✓ réservoir de TIMEZGHRA (Mission)

IV- Équipement du réservoir :

Un réservoir unique ou compartimenté doit être équipé :

- d'une conduite d'arrivée ou d'alimentation ;
- d'une conduite de départ ou de distribution ;
- d'une conduite de vidange ;
- d'une conduite de trop-plein ;
- du système de matérialisation d'incendie ;
- d'une conduite by-pass.

Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre. Le traversée des parois des réservoirs par les diverses canalisations peuvent s'effectuer, soit à l'aide des gaines étanches comprenant un corps en fonte muni de cannelures extérieures et de deux brides de raccordement, soit au moyen de manchons et viroles à double bride.

IV-1- Conduite d'arrivée ou d'alimentation :

Cette conduite du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer un meilleur brassage. Cette arrivée permet le renouvellement d'eau par mélange en créant perturbation et écoulement par rouleaux. Les robinets à flotteurs destinés à alimenter ou à interrompre l'arrivée d'eau dans les réservoirs doivent être d'un type anti-bélier ; les soupapes et leurs parties sont en bronze ou en métal inoxydable.

IV-2- Conduite de départ ou de distribution :

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelque centimètre au-dessus du radier (15 à 20 cm) pour éviter l'entrée de matières en suspension. L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

IV-3- Conduite de trop-plein :

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau au réservoir en cas où la pompe ne s'arrête pas. Si le réservoir est compartimenté, chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein. Ces conduites doivent se réunir dans la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique évitant la pénétration de tous corps étrangers.

IV-4- Conduite de décharge ou de vidange :

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas du radier. Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable.

IV-5- Conduite by-pass :

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivé et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir unique non compartimenté. Cette conduite fonctionne quant le réservoir est isolé pour son entretien ou dans le cas d'une incendie a forte charge

IV-6- Vidange et remplissage des réservoirs :

Nous distinguons trois cas :

- le réservoir n'étant plus alimenté, le débit d'apport est nul ($Q_{\text{apport}}=0$). C'est la vidange rapide ;
- le réservoir est alimenté avec le débit d'apport inférieur au débit sortant Q_s .
- le réservoir est alimenté avec le débit d'apport supérieur au débit sortant Q_s .

V- Diagnostic de l'ouvrage de stockage existant :

Les caractéristiques des ouvrages hydrauliques sont récapitulées dans tableaux ci-après :

Tableau III.1 : Les caractéristiques du réservoir d'Imadalou :

| | | |
|------------------|---------------------|---|
| STOKAGE N° | | Réservoirs Imadalou |
| LOCALISATION | | Imadalou |
| DATE | | |
| NATURE | BON | X |
| | PASSABLE | |
| | MAUVAIS | |
| OBSERVATIONS | | Corrosion dans la canalisation intérieure |
| COTES (m) | TERRAIN NATUREL CTP | 169 |
| | RADIER | 164 |
| TYPE | TROP PLEIN | |
| | ENTERRE | X |
| | AU SOL | |
| CAPACITE (m3) | | 2x300+300 |
| FORME | CIRCULAIRE | X |
| | RECTANGULAIRE | |
| | AUTRE FORME | |
| ZONE D'INFLUENCE | | Imadalou /Chet /Ainouche Sidi-Aich. |

Tableau III.2 : Les caractéristiques du réservoir d'Ighaouzen :

| | | |
|----------------------------|-----------------|---|
| STOKAGE N° | | Réservoir Ighaouzen |
| LOCALISATION | | Ighaouzen |
| DATE | | 92/93 |
| ETAT | BON | X |
| | PASSABLE | |
| | MAUVAIS | |
| COTES (m) | TERRAIN NATUREL | |
| | RADIER | 220 |
| | TROP PLEIN | 216 |
| TYPE | ENTERRE | |
| | SEMI-ENTERRE | X |
| CAPACITE (m ³) | | 100 |
| FORME | CIRCULAIRE | X |
| | RECTANGULAIRE | |
| | AUTRE FORME | |
| ZONE D'INFLUENCE | | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Quartier des Cavaliers ✓ Quartier des Oliviers |
| OBSERVATIONS | | Fuites au voisinage du réservoir et des vannes |

Tableau III.3 : Les caractéristiques du réservoir de Timezghra (Mission) :

| | | |
|----------------------------|-----------------|--|
| STOCKAGE | | Réservoir Timezghra |
| LOCALISATION | | Timezghra |
| DATE | | |
| ETAT | BON | |
| | PASSABLE | X |
| | MAUVAIS | |
| OBSERVATION | | |
| COTES | TERRAIN NATUREL | |
| | RADIER | 123 |
| | TROP PLEIN | 128 |
| TYPE | SEMI ENTERRE | |
| | AU SOL | X |
| CAPACITE (m ³) | | 500 |
| FORME | CIRCULAIRE | X |
| | RECTANGULAIRE | |
| | AUTRE FORME | |
| OBSERVATIONS | | Chambre de vannes noyée. Dalle mal bitumée. |

VI- Détermination de la capacité du réservoir :

Pour satisfaire au rôle qu'il doit jouer, le réservoir doit avoir une capacité suffisante. Cette dernière doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situé en amont et, d'autres part de la variation de la demande.

Le plus souvent, la capacité est calculée en tenant compte des variations journalières, du jour de la plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

VI-1- Principe de calcul

Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous devons procéder à :

-Soit à la méthode graphique qui tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport du débit pompé.

-Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ du réservoir.

VI-2- Comparaison entre le volume calculé et le volume existant

Pour le calcul de ce volume, nous utilisons la méthode analytique.

Cette capacité sera déduite à partir des résidus, entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure, pendant 20 heures comme le montre le tableau ci-dessous, en ajoutant bien sûr la réserve minimale destinée à l'incendie, elle est estimée à 120m³ c'est-à-dire pendant deux heures du fait qu'au delà l'incendie aura tout détruit.

Le volume utile est donné par la relation suivante :

$$V_{cal} = P\% * Q_{max j}$$

P% : représente le maximum des restes de Q_{maxj} .

Tableau III.4 : Calcul de la capacité de réservoir :

| Heures (h) | Apport par la pompe (%) | Consommation Horaire en (%) | Arrivé au réservoir (%) | Départ du réservoir (%) | reste d'eau (%) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| 0-1 | 0 | 1.5 | | 1, 5 | 8,5 |
| 1_2 | 0 | 1.5 | | 1, 5 | 7 |
| 2_3 | 0 | 1.5 | | 1, 5 | 5,5 |
| 3_4 | 0 | 1.5 | | 1, 5 | 4 |
| 4_5 | 5 | 2.5 | 2,5 | | 6,5 |
| 5_6 | 5 | 3.5 | 1,5 | | 8 |
| 6_7 | 5 | 4.5 | 0,5 | | 8,5 |
| 7_8 | 5 | 5.5 | | 0,5 | 8 |
| 8_9 | 5 | 6.25 | | 1,25 | 6,75 |
| 9_10 | 5 | 6.25 | | 1,25 | 5,5 |
| 10_11 | 5 | 6.25 | | 1, 25 | 4,25 |
| 11_12 | 5 | 6.25 | | 1,25 | 3 |
| 12_13 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| 13_14 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| 14_15 | 5 | 5.5 | | 0,5 | 2,5 |
| 15_16 | 5 | 6 | | 1 | 1,5 |
| 16_17 | 5 | 6 | | 1 | 0,5 |
| 17_18 | 5 | 5.5 | | 0,5 | 0 |
| 18_19 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 19_20 | 5 | 4.5 | 0,5 | | 0,5 |
| 20_21 | 5 | 4 | 1 | | 1,5 |
| 21-22 | 5 | 3 | 2 | | 3,5 |
| 22-23 | 5 | 2 | 3 | | 6,5 |
| 23-24 | 5 | 1.5 | 3,5 | | 10 |
| total | 100 | 100,000 | | | |

c- Le volume utile pour l'état actuel:

$$V_{cal} = \frac{10 \times 2989.362}{100} = 299 m^3$$

Et le volume de réservoir $V_t = V_{cal} + V_{inc}$

Avec V_{inc} : volume réservé pour l'incendie ; il est estimé à $120 m^3$

Donc

$$V_t = 299 + 120 = 419 m^3$$

La capacité totale des réservoirs existants est de $(2 \times 300 + 300) m^3 + 500 + 100$

Ce qui fait un volume total existant de $1500 m^3$, alors que le volume calculé est estimé à 419. La capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération.

d- Le volume utile pour l'horizon 2035 :

$$V_{cal} = \frac{10 \times 6077.736}{100} = 608 m^3$$

$$V_t = 608 + 120 = 728 m^3$$

De même, la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération à l'horizon 2035.

Conclusion:

Après avoir calculé le volume utile, on a constaté qu'on n'a pas besoin de projeter les réservoirs de stockage que ce soit pour l'état actuel ou pour l'horizon 2035, car les réservoirs existants peuvent satisfaire facilement la demande de l'agglomération.

Chapitre IV

Simulation hydraulique du réseau existant a l'état actuel

Introduction :

Nous allons dans ce chapitre procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel EPANET, pour pouvoir dimensionner celui-ci, afin de déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se placer dans les hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe et d'incendie avec une pression de service suffisante, pour les habitations élevées. Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits route pour chaque tronçon.

I- Type du système de distribution existant:

Dans notre cas le système de distribution existant est de type réservoir de tête. Dans ce système, les pompes refoulent directement vers le réservoir de stockage puis la distribution sera gravitaire à partir du réservoir vers le réseau de distribution.

II- Calcul hydraulique du réseau de distribution :

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie.

II-1- Détermination des débits :

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;
- On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe ;
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

a. Cas de pointe :

D'après le tableau N°8 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 12h

$$Q_{pte} = 186,84 \text{ m}^3/\text{h} = 51,90 \text{ l/s}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

- Débit route : Q_{rte}

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

Avec $\Sigma Q_{cc} = \Sigma Q_{ind} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc :

$$Q_{rte} = Q_{pte} = 51,90 \text{ l/s}$$

- Débit spécifique :

$$q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\Sigma L}$$

Donc :

$$q_{sp} = \frac{51,90}{12057,58} = 0,0043 \text{ l/s/m}$$

$$q_{sp} = 0,0043 \text{ l/s/m}$$

- Calcul du Débit route pour chaque tronçon

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte} = q_{sp} \times L_i$$

Tableau IV.1 : détermination des débits route :

| N° | Tronçons | Longueur (m) | q_{sp} (l/s/m) | Q_{rte} (l/s) |
|-----------|-----------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | 1_8 | 162 | 0,0043 | 0,6966 |
| 2 | 1_2 | 10 | | 0,043 |
| 3 | 2_7 | 127 | | 0,5461 |
| 4 | 2_3 | 2 | | 0,0086 |
| 5 | 3_71 | 69 | | 0,2967 |
| 6 | 3_6 | 138 | | 0,5934 |
| 7 | 4_67 | 133 | | 0,5719 |
| 8 | 4_77 | 157 | | 0,6751 |
| 9 | 4_83 | 120 | | 0,516 |
| 10 | 6_7 | 47 | | 0,2021 |
| 11 | 6_66 | 48 | | 0,2064 |
| 12 | 7_9 | 160 | | 0,688 |
| 13 | 8_9 | 186 | | 0,7998 |
| 14 | 8_10 | 339 | | 1,4577 |
| 15 | 9_10 | 269 | | 1,1567 |
| 16 | 10_85 | 466 | | 2,0038 |
| 17 | 15_80 | 85 | | 0,3655 |
| 18 | 15_67 | 37 | | 0,1591 |
| 19 | 15_81 | 221 | | 0,9503 |
| 20 | 18_19 | 270 | | 1,161 |
| 21 | 18_98 | 31,3 | | 0,13459 |
| 22 | 18_99 | 215 | | 0,9245 |
| 23 | 19_67 | 234 | | 1,0062 |
| 24 | 19_21 | 78 | | 0,3354 |
| 25 | 20_205 | 589,2 | | 2,53356 |
| 26 | 20_66 | 188 | | 0,8084 |
| 27 | 20_22 | 79 | | 0,3397 |
| 28 | 31_21 | 296 | | 1,2728 |
| 29 | 21_25 | 170 | | 0,731 |
| 30 | 22_24 | 88 | | 0,3784 |
| 31 | 22_23 | 46 | | 0,1978 |

Suite du tableau IV.1 :

| N° | Tronçons | Longueur (m) | q_{sp} (l/s/m) | Q_{rte} (l/s) |
|----|----------|--------------|------------------|-----------------|
| 32 | 23_196 | 43 | 0,0043 | 0,1849 |
| 33 | 23_65 | 162 | | 0,6966 |
| 34 | 24_26 | 84 | | 0,3612 |
| 35 | 24_132 | 66 | | 0,2838 |
| 36 | 25_33 | 220 | | 0,946 |
| 37 | 25_133 | 370 | | 1,591 |
| 38 | 25_100 | 338 | | 1,4534 |
| 39 | 26_28 | 36 | | 0,1548 |
| 40 | 26_27 | 143 | | 0,6149 |
| 41 | 27_101 | 41 | | 0,1763 |
| 42 | 27_63 | 42 | | 0,1806 |
| 43 | 28_29 | 85 | | 0,3655 |
| 44 | 28_141 | 57 | | 0,2451 |
| 45 | 29_32 | 89 | | 0,3827 |
| 46 | 29_139 | 156 | | 0,6708 |
| 47 | 31_33 | 20 | | 0,086 |
| 48 | 31_128 | 62 | | 0,2666 |
| 49 | 32_34 | 29 | | 0,1247 |
| 50 | 32_160 | 31 | | 0,1333 |
| 51 | 33_37 | 219 | | 0,9417 |
| 52 | 34_35 | 142 | | 0,6106 |
| 53 | 34_131 | 119 | | 0,5117 |
| 54 | 35_61 | 238 | | 1,0234 |
| 55 | 35_36 | 11,6 | | 0,04988 |
| 56 | 37_73 | 12 | | 0,0516 |
| 57 | 38_73 | 27 | | 0,1161 |
| 58 | 38_50 | 316 | | 1,3588 |
| 59 | 38_190 | 30 | | 0,129 |
| 60 | 41_109 | 140 | | 0,602 |
| 61 | 41_50 | 29 | | 0,1247 |
| 62 | 41_108 | 72 | | 0,3096 |
| 63 | 42_44 | 87 | | 0,3741 |

Suite du tableau IV.1 :

| N° | Tronçons | Longueur (m) | q _{sp} (l/s/m) | Q _{rte} (l/s) |
|----|----------|--------------|-------------------------|------------------------|
| 64 | 42_110 | 89 | 0,0043 | 0,3827 |
| 65 | 42_50 | 209 | | 0,8987 |
| 66 | 43_44 | 16 | | 0,0688 |
| 67 | 43_45 | 75 | | 0,3225 |
| 68 | 43_111 | 124 | | 0,5332 |
| 69 | 44_122 | 85 | | 0,3655 |
| 70 | 45_46 | 48 | | 0,2064 |
| 71 | 45_123 | 49 | | 0,2107 |
| 72 | 46_125 | 186 | | 0,7998 |
| 73 | 46_47 | 30 | | 0,129 |
| 74 | 47_126 | 242 | | 1,0406 |
| 75 | 47_124 | 50 | | 0,215 |
| 76 | 61_106 | 123 | | 0,5289 |
| 77 | 61_62 | 4 | | 0,0172 |
| 78 | 62_105 | 157 | | 0,6751 |
| 79 | 62_102 | 34 | | 0,1462 |
| 80 | 63_104 | 50,48 | | 0,217064 |
| 81 | 63_103 | 138 | | 0,5934 |
| 82 | 64_100 | 112 | | 0,4816 |
| 83 | 64_105 | 47 | | 0,2021 |
| 84 | 65_160 | 102 | | 0,4386 |
| 85 | 65_130 | 60 | | 0,258 |
| 86 | 66_84 | 834 | | 3,5862 |
| 87 | 67_82 | 29 | | 0,1247 |
| 88 | 71_78 | 157 | | 0,6751 |
| 89 | 71_79 | 52 | | 0,2236 |
| 90 | 73_145 | 109 | | 0,4687 |
| 91 | 127_190 | 235 | | 1,0105 |
| 92 | 160_161 | 34 | | 0,1462 |

- **Débits aux nœuds**

Le débit nodal se détermine par l'expression suivante :

$$Q_{ndi} = 0.5 \sum Q_{rtei}$$

Tableau IV.2 : détermination des débits aux nœuds :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Q _{rte} (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 1_8 | 162 | 0,7 | 0,37 |
| | 1_2 | 10 | 0,04 | |
| 2 | 2_7 | 127 | 0,55 | 0,3 |
| | 2_3 | 2 | 0,01 | |
| | 1_2 | 10 | 0,04 | |
| 3 | 3_71 | 69 | 0,3 | 0,45 |
| | 2_3 | 2 | 0,01 | |
| | 3_6 | 138 | 0,59 | |
| 4 | 4_67 | 133 | 0,57 | 0,88 |
| | 4_77 | 157 | 0,68 | |
| | 4_83 | 120 | 0,52 | |
| 6 | 6_7 | 47 | 0,2 | 0,5 |
| | 6_66 | 48 | 0,21 | |
| | 3_6 | 138 | 0,59 | |
| 7 | 7_9 | 160 | 0,69 | 0,72 |
| | 6_7 | 47 | 0,2 | |
| | 2_7 | 127 | 0,55 | |
| 8 | 1_8 | 162 | 0,7 | 1,48 |
| | 8_9 | 186 | 0,8 | |
| | 8_10 | 339 | 1,46 | |
| 9 | 8_9 | 186 | 0,8 | 1,32 |
| | 9_10 | 269 | 1,16 | |
| | 7_9 | 160 | 0,69 | |
| 10 | 9_10 | 269 | 1,16 | 2,31 |
| | 10_85 | 466 | 2 | |
| | 8_10 | 339 | 1,46 | |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|----------------------|
| 15 | 15_80 | 85 | 0,37 | 0,74 |
| | 15_67 | 37 | 0,16 | |
| | 15_81 | 221 | 0,95 | |
| 18 | 18_19 | 270 | 1,16 | 1,11 |
| | 18_98 | 31.3 | 0,13 | |
| | 18_99 | 215 | 0,92 | |
| 19 | 18_19 | 270 | 1,16 | 1,25 |
| | 19_67 | 234 | 1,01 | |
| | 19_21 | 78 | 0,34 | |
| 20 | 20_205 | 589 | 2,53 | 1,84 |
| | 20_66 | 188 | 0,81 | |
| | 20_22 | 79 | 0,34 | |
| 21 | 19_21 | 78 | 0,34 | 1,17 |
| | 31_21 | 296 | 1,27 | |
| | 21_25 | 170 | 0,73 | |
| 22 | 20_22 | 79 | 0,34 | 0,46 |
| | 22_24 | 88 | 0,38 | |
| | 22_23 | 46 | 0,2 | |
| 23 | 22_23 | 46 | 0,2 | 0,54 |
| | 23_196 | 43 | 0,18 | |
| | 23_65 | 162 | 0,7 | |
| 24 | 22_24 | 88 | 0,38 | 0,51 |
| | 24_26 | 84 | 0,36 | |
| | 24_132 | 66 | 0,28 | |
| 25 | 25_33 | 220 | 0,95 | 2,36 |
| | 25_133 | 370 | 1,59 | |
| | 25_100 | 338 | 1,45 | |
| | 21_25 | 170 | 0,73 | |
| 26 | 26_28 | 36 | 0,15 | 0,57 |
| | 24_26 | 84 | 0,36 | |
| | 26_27 | 143 | 0,61 | |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 27 | 26_27 | 143 | 0,61 | 0,49 |
| | 27_101 | 41 | 0,18 | |
| | 27_63 | 42 | 0,18 | |
| 28 | 26_28 | 36 | 0,15 | 0,38 |
| | 28_29 | 85 | 0,37 | |
| | 28_141 | 57 | 0,25 | |
| 29 | 28_29 | 85 | 0,37 | 0,71 |
| | 29_32 | 89 | 0,38 | |
| | 29_139 | 156 | 0,67 | |
| 31 | 31_33 | 20 | 0,09 | 0,81 |
| | 31_21 | 296 | 1,27 | |
| | 31_128 | 62 | 0,27 | |
| 32 | 32_34 | 29 | 0,12 | 0,32 |
| | 29_32 | 89 | 0,38 | |
| | 32_160 | 31 | 0,13 | |
| 33 | 33_37 | 219 | 0,94 | 0,99 |
| | 25_33 | 220 | 0,95 | |
| | 31_33 | 20 | 0,09 | |
| 34 | 34_35 | 142 | 0,61 | 0,62 |
| | 32_34 | 29 | 0,12 | |
| | 34_131 | 119 | 0,51 | |
| 35 | 34_35 | 142 | 0,61 | 0,84 |
| | 35_61 | 238 | 1,02 | |
| | 35_36 | 11.6 | 0,05 | |
| 36 | 36_120 | 10.4 | 0,04 | 0,16 |
| | 35_36 | 11.6 | 0,05 | |
| | 36_37 | 53 | 0,23 | |
| 37 | 33_37 | 219 | 0,94 | 0,61 |
| | 36_37 | 53 | 0,23 | |
| | 37_73 | 12 | 0,05 | |
| 38 | 38_73 | 27 | 0,12 | 0,8 |
| | 38_50 | 316 | 1,36 | |
| | 38_190 | 30 | 0,13 | |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 41 | 41_109 | 140 | 0,6 | 0,52 |
| | 41_50 | 29 | 0,12 | |
| | 41_108 | 72 | 0,31 | |
| 42 | 42_44 | 87 | 0,37 | 0,83 |
| | 42_110 | 89 | 0,38 | |
| | 42_50 | 209 | 0,9 | |
| 43 | 43_44 | 16 | 0,07 | 0,46 |
| | 43_45 | 75 | 0,32 | |
| | 43_111 | 124 | 0,53 | |
| 44 | 43_44 | 16 | 0,07 | 0,4 |
| | 42_44 | 87 | 0,37 | |
| | 44_122 | 85 | 0,37 | |
| 45 | 45_46 | 48 | 0,21 | 0,37 |
| | 45_123 | 49 | 0,21 | |
| | 43_45 | 75 | 0,32 | |
| 46 | 46_125 | 186 | 0,8 | 0,57 |
| | 45_46 | 48 | 0,21 | |
| | 46_47 | 30 | 0,13 | |
| 47 | 46_47 | 30 | 0,13 | 0,69 |
| | 47_126 | 242 | 1,04 | |
| | 47_124 | 50 | 0,22 | |
| 50 | 42_50 | 209 | 0,9 | 1,19 |
| | 38_50 | 316 | 1,36 | |
| | 41_50 | 29 | 0,12 | |
| 61 | 35_61 | 238 | 1,02 | 0,78 |
| | 61_106 | 123 | 0,53 | |
| | 61_62 | 4 | 0,02 | |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 62 | 61_62 | 4 | 0,02 | 0,4 |
| | 62_105 | 157 | 0,68 | |
| | 62_102 | 34 | 0,15 | |
| 63 | 63_104 | 50.5 | 0,22 | 0,5 |
| | 63_103 | 138 | 0,59 | |
| | 27_63 | 42 | 0,18 | |
| 64 | 64_100 | 112 | 0,48 | 0,3 |
| | 64_105 | 47 | 0,2 | |
| 65 | 65_160 | 102 | 0,44 | 0,7 |
| | 23_65 | 162 | 0,7 | |
| | 65_130 | 60 | 0,26 | |
| 66 | 66_84 | 834 | 3,59 | 2,3 |
| | 6_66 | 48 | 0,21 | |
| | 20_66 | 188 | 0,81 | |
| 67 | 4_67 | 133 | 0,57 | 0,9 |
| | 67_82 | 29 | 0,12 | |
| | 19_67 | 234 | 1,01 | |
| | 15_67 | 37 | 0,16 | |
| 71 | 71_78 | 157 | 0,68 | 0,6 |
| | 71_79 | 52 | 0,22 | |
| | 3_71 | 69 | 0,3 | |
| 73 | 73_145 | 109 | 0,47 | 0,3 |
| | 37_73 | 12 | 0,05 | |
| | 38_73 | 27 | 0,12 | |
| 77 | 4_77 | 157 | 0,68 | 0,34 |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|-------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| 78 | 71_78 | 157 | 0,68 | 0,34 |
| 79 | 71_79 | 52 | 0,22 | 0,11 |
| 80 | 15_80 | 85 | 0,37 | 0,18 |
| 81 | 15_81 | 221 | 0,95 | 0,48 |
| 82 | 67_82 | 29 | 0,12 | 0,06 |
| 83 | 4_83 | 120 | 0,52 | 0,26 |
| 84 | 66_84 | 834 | 3,59 | 1,79 |
| 85 | 10_85 | 466 | 2 | 1 |
| 98 | 18_98 | 31.3 | 0,13 | 0,07 |
| 99 | 18_99 | 215 | 0,92 | 0,46 |
| 100 | 64_100 | 112 | 0,48 | 0,97 |
| | 25_100 | 338 | 1,45 | |
| 101 | 27_101 | 41 | 0,18 | 0,09 |
| 102 | 62_102 | 34 | 0,15 | 0,07 |
| 103 | 63_103 | 138 | 0,59 | 0,3 |
| 104 | 63_104 | 50.5 | 0,22 | 0,11 |
| 105 | 62_105 | 157 | 0,68 | 0,44 |
| | 64_105 | 47 | 0,2 | |
| 106 | 61_106 | 123 | 0,53 | 0,26 |
| 108 | 41_108 | 72 | 0,31 | 0,15 |
| 109 | 41_109 | 140 | 0,6 | 0,3 |
| 110 | 42_110 | 89 | 0,38 | 0,19 |
| 111 | 43_111 | 124 | 0,53 | 0,27 |
| 120 | 36_120 | 10.4 | 0,04 | 0,02 |

Suite du tableau IV.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 122 | 44_122 | 85 | 0,37 | 0,18 |
| 123 | 45_123 | 49 | 0,21 | 0,11 |
| 124 | 47_124 | 50 | 0,22 | 0,11 |
| 125 | 46_125 | 186 | 0,8 | 0,4 |
| 126 | 47_126 | 242 | 1,04 | 0,52 |
| 127 | 127_190 | 235 | 1,01 | 0,51 |
| 128 | 31_128 | 62 | 0,27 | 0,13 |
| 130 | 65_130 | 60 | 0,26 | 0,13 |
| 131 | 34_131 | 119 | 0,51 | 0,26 |
| 132 | 24_132 | 66 | 0,28 | 0,14 |
| 133 | 25_133 | 370 | 1,59 | 0,8 |
| 139 | 29_139 | 156 | 0,67 | 0,34 |
| 141 | 28_141 | 57 | 0,25 | 0,12 |
| 145 | 73_145 | 109 | 0,47 | 0,23 |
| 160 | 32_160 | 31 | 0,13 | 0,36 |
| | 160_161 | 34 | 0,15 | |
| | 65_160 | 102 | 0,44 | |
| 161 | 160_161 | 34 | 0,15 | 0,07 |
| 190 | 38_190 | 30 | 0,13 | 0,57 |
| | 127_190 | 235 | 1,01 | |
| 196 | 23_196 | 43 | 0,18 | 0,09 |
| 205 | 20_205 | 589 | 2,53 | 1,27 |
| TOTAL | | | | 51,90 |

b. 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 (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n° 110 avec une cote de terrain de **145,60 m** et une pression de **3,26 m**.

Tableau IV.3 : détermination des débits aux nœuds :

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{cc} (l/s) | Q _{nt} (l/s) |
|------------|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 1_8 | 0,37 | - | 0,37 |
| | 1_2 | | | |
| 2 | 2_7 | 0,3 | - | 0,3 |
| | 2_3 | | | |
| | 1_2 | | | |
| 3 | 3_71 | 0,45 | - | 0,45 |
| | 2_3 | | | |
| | 3_6 | | | |
| 4 | 4_67 | 0,88 | - | 0,88 |
| | 4_77 | | | |
| | 4_83 | | | |
| 6 | 6_7 | 0,5 | - | 0,5 |
| | 6_66 | | | |
| | 3_6 | | | |
| 7 | 7_9 | 0,72 | - | 0,72 |
| | 6_7 | | | |
| | 2_7 | | | |
| 8 | 1_8 | 1,48 | - | 1,48 |
| | 8_9 | | | |
| | 8_10 | | | |
| 9 | 8_9 | 1,32 | - | 1,32 |
| | 9_10 | | | |
| | 7_9 | | | |
| 10 | 9_10 | 2,31 | - | 2,31 |
| | 10_85 | | | |
| | 8_10 | | | |

Suite du tableau IV.3:

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{cc} (l/s) | Q _{nt} (l/s) |
|------------|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 15 | 15_80 | 0,74 | - | 0,74 |
| | 15_67 | | | |
| | 15_81 | | | |
| 18 | 18_19 | 1,11 | - | 1,11 |
| | 18_98 | | | |
| | 18_99 | | | |
| 19 | 18_19 | 1,25 | - | 1,25 |
| | 19_67 | | | |
| | 19_21 | | | |
| 20 | 20_205 | 1,84 | - | 1,84 |
| | 20_66 | | | |
| | 20_22 | | | |
| 21 | 19_21 | 1,17 | - | 1,17 |
| | 31_21 | | | |
| | 21_25 | | | |
| 22 | 20_22 | 0,46 | - | 0,46 |
| | 22_24 | | | |
| | 22_23 | | | |
| 23 | 22_23 | 0,54 | - | 0,54 |
| | 23_196 | | | |
| | 23_65 | | | |
| 24 | 22_24 | 0,51 | - | 0,51 |
| | 24_26 | | | |
| | 24_132 | | | |
| 25 | 25_33 | 2,36 | - | 2,36 |
| | 25_133 | | | |
| | 25_100 | | | |
| | 21_25 | | | |
| 26 | 26_28 | 0,57 | - | 0,57 |
| | 24_26 | | | |
| | 26_27 | | | |

Suite du tableau IV.3 :

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{rte} (l/s) | Q _n (l/s) |
|------------|---------|----------------------|------------------------|----------------------|
| 27 | 26_27 | 0,49 | - | 0,49 |
| | 27_101 | | | |
| | 27_63 | | | |
| 28 | 26_28 | 0,38 | - | 0,38 |
| | 28_29 | | | |
| | 28_141 | | | |
| 29 | 28_29 | 0,71 | - | 0,71 |
| | 29_32 | | | |
| | 29_139 | | | |
| 31 | 31_33 | 0,81 | - | 0,81 |
| | 31_21 | | | |
| | 31_128 | | | |
| 32 | 32_34 | 0,32 | - | 0,32 |
| | 29_32 | | | |
| | 32_160 | | | |
| 33 | 33_37 | 0,99 | - | 0,99 |
| | 25_33 | | | |
| | 31_33 | | | |
| 34 | 34_35 | 0,62 | - | 0,62 |
| | 32_34 | | | |
| | 34_131 | | | |
| 35 | 34_35 | 0,84 | - | 0,84 |
| | 35_61 | | | |
| | 35_36 | | | |
| 36 | 36_120 | 0,16 | - | 0,16 |
| | 35_36 | | | |
| | 36_37 | | | |
| 37 | 33_37 | 0,61 | - | 0,61 |
| | 36_37 | | | |
| | 37_73 | | | |
| 38 | 38_73 | 0,8 | - | 0,8 |
| | 38_50 | | | |
| | 38_190 | | | |

Suite du tableau IV.3:

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{cc} (l/s) | Q _{nt} (l/s) |
|------------|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 41 | 41_109 | 0,52 | - | 0,52 |
| | 41_50 | | | |
| | 41_108 | | | |
| 42 | 42_44 | 0,83 | - | 0,83 |
| | 42_110 | | | |
| | 42_50 | | | |
| 43 | 43_44 | 0,46 | - | 0,46 |
| | 43_45 | | | |
| | 43_111 | | | |
| 44 | 43_44 | 0,4 | - | 0,4 |
| | 42_44 | | | |
| | 44_122 | | | |
| 45 | 45_46 | 0,37 | - | 0,37 |
| | 45_123 | | | |
| | 43_45 | | | |
| 46 | 46_125 | 0,57 | - | 0,57 |
| | 45_46 | | | |
| | 46_47 | | | |
| 47 | 46_47 | 0,69 | - | 0,69 |
| | 47_126 | | | |
| | 47_124 | | | |
| 50 | 42_50 | 1,19 | - | 1,19 |
| | 38_50 | | | |
| | 41_50 | | | |
| 61 | 35_61 | 0,78 | - | 0,78 |
| | 61_106 | | | |
| | 61_62 | | | |

Suite du tableau IV.3:

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{cc} (l/s) | Q _{nt} (l/s) |
|------------|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 62 | 61_62 | 0,4 | – | 0,4 |
| | 62_105 | | | |
| | 62_102 | | | |
| 63 | 63_104 | 0,5 | – | 0,5 |
| | 63_103 | | | |
| | 27_63 | | | |
| 64 | 64_100 | 0,3 | – | 0,3 |
| | 64_105 | | | |
| 65 | 65_160 | 0,7 | – | 0,7 |
| | 23_65 | | | |
| | 65_130 | | | |
| 66 | 66_84 | 2,3 | – | 2,3 |
| | 6_66 | | | |
| | 20_66 | | | |
| 67 | 4_67 | 0,9 | – | 0,9 |
| | 67_82 | | | |
| | 19_67 | | | |
| | 15_67 | | | |
| 71 | 71_78 | 0,6 | – | 0,6 |
| | 71_79 | | | |
| | 3_71 | | | |
| 73 | 73_145 | 0,3 | – | 0,3 |
| | 37_73 | | | |
| | 38_73 | | | |
| 77 | 4_77 | 0,34 | – | 0,34 |

Suite du tableau IV.3:

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Q _{cc} (l/s) | Q _{nt} (l/s) |
|------------|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 78 | 71_78 | 0,34 | – | 0,34 |
| 79 | 71_79 | 0,11 | – | 0,11 |
| 80 | 15_80 | 0,18 | – | 0,18 |
| 81 | 15_81 | 0,48 | – | 0,48 |
| 82 | 67_82 | 0,06 | – | 0,06 |
| 83 | 4_83 | 0,26 | – | 0,26 |
| 84 | 66_84 | 1,79 | – | 1,79 |
| 85 | 10_85 | 1 | – | 1 |
| 98 | 18_98 | 0,07 | – | 0,07 |
| 99 | 18_99 | 0,46 | – | 0,46 |
| 100 | 64_100 | 0,97 | – | 0,97 |
| | 25_100 | | | |
| 101 | 27_101 | 0,09 | – | 0,09 |
| 102 | 62_102 | 0,07 | – | 0,07 |
| 103 | 63_103 | 0,3 | – | 0,3 |
| 104 | 63_104 | 0,11 | – | 0,11 |
| 105 | 62_105 | 0,44 | – | 0,44 |
| | 64_105 | | | |
| 106 | 61_106 | 0,26 | – | 0,26 |
| 108 | 41_108 | 0,15 | – | 0,15 |
| 109 | 41_109 | 0,3 | – | 0,3 |
| 110 | 42_110 | 0,19 | 17 | 17,19 |
| 111 | 43_111 | 0,27 | – | 0,27 |
| 120 | 36_120 | 0,02 | – | 0,02 |

Suite du tableau IV.3:

| N° de nœud | Tronçon | Q _n (l/s) | Qrte l/s | Qn (l/s) |
|--------------|---------|----------------------|-----------|--------------|
| 122 | 44_122 | 0,18 | – | 0,18 |
| 123 | 45_123 | 0,11 | – | 0,11 |
| 124 | 47_124 | 0,11 | – | 0,11 |
| 125 | 46_125 | 0,4 | – | 0,4 |
| 126 | 47_126 | 0,52 | – | 0,52 |
| 127 | 127_190 | 0,51 | – | 0,51 |
| 128 | 31_128 | 0,13 | – | 0,13 |
| 130 | 65_130 | 0,13 | – | 0,13 |
| 131 | 34_131 | 0,26 | – | 0,26 |
| 132 | 24_132 | 0,14 | – | 0,14 |
| 133 | 25_133 | 0,8 | – | 0,8 |
| 139 | 29_139 | 0,34 | – | 0,34 |
| 141 | 28_141 | 0,12 | – | 0,12 |
| 145 | 73_145 | 0,23 | – | 0,23 |
| 160 | 32_160 | 0,36 | – | 0,36 |
| | 160_161 | | | |
| | 65_160 | | | |
| 161 | 160_161 | 0,07 | – | 0,07 |
| 190 | 38_190 | 0,57 | – | 0,57 |
| | 127_190 | | | |
| 196 | 23_196 | 0,09 | – | 0,09 |
| 205 | 20_205 | 1,27 | – | 1,27 |
| TOTAL | | 51,90 | 17 | 68,90 |

II-2 Résultats de la simulation :

a. Cas de pointe

Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau de distribution sont données par le tableau IV.4

Tableau IV.4 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant :

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 1 | 1 | 2 | 100 | 300 | 31,17 | 0,44 | 1,12 |
| 2 | 2 | 3 | 100 | 300 | 33,95 | 0,48 | 1,33 |
| 3 | 2 | 7 | 127,24 | 90 | 3,08 | 0,48 | 3,32 |
| 6 | 6 | 7 | 48,05 | 100 | 8,58 | 1,09 | 13,5 |
| 7 | 67 | 82 | 29,51 | 100 | 0,06 | 0,01 | 0 |
| 8 | 67 | 15 | 37,75 | 100 | 1,4 | 0,18 | 0,47 |
| 9 | 15 | 81 | 221,86 | 100 | 0,48 | 0,06 | 0,07 |
| 10 | 15 | 80 | 85,14 | 40 | 0,18 | 0,14 | 1,04 |
| 11 | 6 | 66 | 48,75 | 300 | 40,53 | 0,57 | 1,02 |
| 12 | 67 | 19 | 232,34 | 100 | 9,03 | 1,15 | 14,88 |
| 13 | 66 | 20 | 186,66 | 300 | 36,44 | 0,52 | 0,84 |
| 14 | 19 | 21 | 78,35 | 100 | 6,14 | 0,78 | 7,14 |
| 15 | 20 | 22 | 79,22 | 125 | 33,33 | 2,72 | 59,43 |
| 16 | 22 | 23 | 45,93 | 125 | 16,7 | 1,36 | 15,57 |
| 17 | 22 | 24 | 88,61 | 125 | 16,17 | 1,32 | 14,65 |
| 18 | 21 | 25 | 170,1 | 100 | 8,55 | 1,09 | 13,4 |
| 19 | 1 | 8 | 161,7 | 40 | 1,02 | 0,81 | 24,46 |
| 20 | 8 | 9 | 88,75 | 40 | 0,56 | 0,44 | 7,89 |
| 21 | 10 | 8 | 334,75 | 49 | 1,94 | 1,03 | 29,71 |
| 22 | 9 | 10 | 258,04 | 100 | 14,26 | 1,82 | 35,83 |
| 23 | 7 | 9 | 159,24 | 100 | 12,38 | 1,58 | 27,29 |
| 24 | 10 | 85 | 457,98 | 100 | 1 | 0,13 | 0,26 |
| 25 | 66 | 84 | 799,41 | 49 | 1,79 | 0,95 | 25,41 |
| 26 | 50 | 41 | 29,01 | 100 | 0,97 | 0,12 | 0,24 |

Suite du tableau IV.4:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 27 | 41 | 108 | 72,46 | 100 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| 28 | 41 | 109 | 140,21 | 90 | 0,3 | 0,05 | 0,05 |
| 29 | 50 | 42 | 210,01 | 100 | 5,1 | 0,65 | 5,04 |
| 30 | 42 | 110 | 89,53 | 60 | 0,19 | 0,07 | 0,16 |
| 31 | 42 | 44 | 87,12 | 100 | 4,08 | 0,52 | 3,32 |
| 32 | 44 | 43 | 16,75 | 100 | 3,5 | 0,45 | 2,49 |
| 33 | 43 | 111 | 125,42 | 60 | 0,27 | 0,1 | 0,3 |
| 34 | 44 | 122 | 87,14 | 60 | 0,18 | 0,06 | 0,14 |
| 35 | 43 | 45 | 50,46 | 60 | 2,77 | 0,98 | 20,86 |
| 37 | 45 | 46 | 49,02 | 60 | 2,29 | 0,81 | 14,54 |
| 38 | 46 | 125 | 178,47 | 60 | 0,4 | 0,14 | 0,6 |
| 39 | 46 | 47 | 30,24 | 60 | 1,32 | 0,47 | 5,19 |
| 40 | 47 | 124 | 50,36 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 41 | 47 | 126 | 213,11 | 60 | 0,52 | 0,18 | 0,95 |
| 36 | 45 | 123 | 49,31 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 42 | 50 | 38 | 314,58 | 250 | 7,26 | 0,15 | 0,11 |
| 43 | 38 | 190 | 30,09 | 100 | 1,08 | 0,14 | 0,29 |
| 44 | 190 | 127 | 256,61 | 90 | 0,51 | 0,08 | 0,13 |
| 45 | 38 | 73 | 27,68 | 250 | 9,14 | 0,19 | 0,16 |
| 46 | 73 | 37 | 12,36 | 250 | 9,69 | 0,2 | 0,18 |
| 47 | 37 | 36 | 42,05 | 125 | 15,81 | 1,29 | 14,02 |
| 48 | 36 | 120 | 14,16 | 49 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| 49 | 36 | 35 | 11,5 | 125 | 15,99 | 1,3 | 14,33 |
| 50 | 35 | 61 | 238,63 | 100 | 8,69 | 1,11 | 13,84 |
| 51 | 61 | 62 | 4,95 | 100 | 7,65 | 0,97 | 10,85 |
| 5 | 61 | 106 | 124 | 100 | 0,26 | 0,03 | 0,02 |

Suite du tableau IV.4:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 52 | 62 | 105 | 157,68 | 100 | 7,16 | 0,91 | 9,57 |
| 53 | 105 | 64 | 47,52 | 60 | 6,72 | 2,38 | 114,76 |
| 54 | 64 | 100 | 64,47 | 60 | 4,42 | 1,56 | 50,9 |
| 55 | 27 | 101 | 41,69 | 125 | 0,09 | 0,01 | 0 |
| 56 | 62 | 102 | 34,57 | 100 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| 57 | 27 | 63 | 42,32 | 49 | 0,91 | 0,48 | 7,15 |
| 58 | 63 | 103 | 88,82 | 60 | 0,3 | 0,11 | 0,36 |
| 59 | 63 | 104 | 50,55 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 60 | 27 | 26 | 144,44 | 125 | 1,49 | 0,12 | 0,18 |
| 61 | 26 | 28 | 36,7 | 125 | 13,46 | 1,1 | 10,31 |
| 62 | 28 | 141 | 56,8 | 49 | 0,12 | 0,06 | 0,15 |
| 63 | 25 | 100 | 339,8 | 100 | 5,39 | 0,69 | 5,58 |
| 64 | 28 | 29 | 85,54 | 125 | 12,96 | 1,06 | 9,59 |
| 65 | 29 | 131 | 156,23 | 49 | 0,34 | 0,18 | 1,2 |
| 66 | 29 | 32 | 89,31 | 125 | 11,91 | 0,97 | 8,16 |
| 69 | 160 | 161 | 43,57 | 49 | 0,07 | 0,04 | 0,05 |
| 70 | 31 | 128 | 62,85 | 49 | 0,13 | 0,07 | 0,19 |
| 71 | 32 | 160 | 30,55 | 125 | 14,81 | 1,21 | 12,37 |
| 72 | 160 | 65 | 71,07 | 125 | 15,24 | 1,24 | 13,06 |
| 73 | 65 | 130 | 60,17 | 49 | 0,13 | 0,07 | 0,19 |
| 74 | 24 | 132 | 84,78 | 40 | 0,14 | 0,11 | 0,67 |
| 75 | 24 | 26 | 84,94 | 125 | 15,52 | 1,26 | 13,54 |
| 76 | 23 | 196 | 43,93 | 40 | 0,09 | 0,07 | 0,21 |
| 77 | 23 | 65 | 162,67 | 125 | 16,07 | 1,31 | 14,46 |
| 78 | 21 | 31 | 296,84 | 100 | 3,58 | 0,46 | 2,6 |

Suite du tableau IV.4:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 79 | 31 | 33 | 20,35 | 100 | 4,52 | 0,58 | 4,01 |
| 80 | 32 | 34 | 29,57 | 125 | 26,4 | 2,15 | 37,75 |
| 81 | 34 | 35 | 142 | 125 | 25,52 | 2,08 | 35,34 |
| 82 | 33 | 37 | 215,17 | 100 | 5,51 | 0,7 | 5,82 |
| 83 | 73 | 145 | 109,32 | 33 | 0,23 | 0,27 | 4,1 |
| 84 | 34 | 131 | 120,46 | 50 | 0,26 | 0,13 | 0,67 |
| 85 | 19 | 18 | 270,71 | 100 | 1,64 | 0,21 | 0,62 |
| 86 | 18 | 98 | 31,63 | 100 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| 87 | 20 | 205 | 591,41 | 100 | 1,27 | 0,16 | 0,39 |
| 88 | 18 | 99 | 215,62 | 60 | 0,46 | 0,16 | 0,77 |
| 89 | 4 | 83 | 120,35 | 100 | 0,26 | 0,03 | 0,02 |
| 90 | 3 | 6 | 138,27 | 300 | 32,45 | 0,46 | 0,68 |
| 91 | 4 | 67 | 136,88 | 100 | 11,42 | 1,45 | 23,35 |
| 92 | 3 | 71 | 69,19 | 90 | 1,05 | 0,17 | 0,47 |
| 93 | 71 | 78 | 157,7 | 90 | 0,34 | 0,05 | 0,06 |
| 94 | 4 | 77 | 157,5 | 42 | 0,34 | 0,25 | 2,54 |
| 95 | 71 | 79 | 52,37 | 40 | 0,11 | 0,09 | 0,39 |
| 4 | R1 | 1 | 323,59 | 300 | 30,52 | 0,43 | 0,6 |
| 67 | R1 | 4 | 392,97 | 100 | 12,9 | 1,64 | 29,53 |
| 68 | R2 | 10 | 574,87 | 100 | 19,51 | 2,48 | 65,88 |
| 96 | R3 | 64 | 53,21 | 60 | 10,8 | 3,82 | 289,63 |
| 98 | 25 | 133 | 370,9 | 49 | 0,8 | 0,42 | 5,63 |

Les charges et les pressions dans le réseau sont données par le tableau IV.5.

Tableau IV.5 : Charge et pression dans le réseau existant :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|-----------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 1 | 101,5 | 0,37 | 166,49 | 64,99 |
| 2 | 101,4 | 0,3 | 166,38 | 64,98 |
| 3 | 101,4 | 0,45 | 166,24 | 64,84 |
| 4 | 101,4 | 0,88 | 155,08 | 53,68 |
| 6 | 91,4 | 0,5 | 166,15 | 74,75 |
| 7 | 91,2 | 0,72 | 166,8 | 75,6 |
| 8 | 107,1 | 1,48 | 170,45 | 63,35 |
| 9 | 96,5 | 1,32 | 171,15 | 74,65 |
| 10 | 108,3 | 2,31 | 180,39 | 72,09 |
| 15 | 89,4 | 0,74 | 151,87 | 62,47 |
| 18 | 91,1 | 1,11 | 148,26 | 57,16 |
| 19 | 93,2 | 1,25 | 148,43 | 55,23 |
| 20 | 92,8 | 1,84 | 165,94 | 73,14 |
| 21 | 93,5 | 1,17 | 147,87 | 54,37 |
| 22 | 93,5 | 0,46 | 161,24 | 67,74 |
| 23 | 93,1 | 0,54 | 160,52 | 67,42 |
| 24 | 93,3 | 0,51 | 159,94 | 66,64 |
| 25 | 94,1 | 2,36 | 145,59 | 51,49 |
| 26 | 94,05 | 0,57 | 158,79 | 64,74 |
| 27 | 94,1 | 0,49 | 158,76 | 64,66 |
| 28 | 95,4 | 0,38 | 158,41 | 63,01 |
| 29 | 96,7 | 0,71 | 157,59 | 60,89 |
| 31 | 104,45 | 0,81 | 148,64 | 44,19 |
| 32 | 104,6 | 0,32 | 156,86 | 52,26 |

Suite du tableau IV.5:

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|-------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 33 | 104,6 | 0,99 | 148,72 | 44,12 |
| 34 | 104,2 | 0,62 | 155,75 | 51,55 |
| 35 | 112,5 | 0,84 | 150,73 | 38,23 |
| 36 | 115,5 | 0,16 | 150,56 | 35,06 |
| 37 | 117,2 | 0,61 | 149,97 | 32,77 |
| 38 | 117,8 | 0,8 | 149,97 | 32,17 |
| 41 | 129,1 | 0,52 | 149,93 | 20,83 |
| 42 | 142 | 0,83 | 148,88 | 6,88 |
| 43 | 134,9 | 0,46 | 148,55 | 13,65 |
| 44 | 141,5 | 0,4 | 148,59 | 7,09 |
| 45 | 112 | 0,37 | 147,49 | 35,49 |
| 46 | 102,2 | 0,57 | 146,78 | 44,58 |
| 47 | 101,3 | 0,69 | 146,62 | 45,32 |
| 50 | 138 | 1,19 | 149,93 | 11,93 |
| 61 | 94,4 | 0,78 | 147,43 | 53,03 |
| 62 | 94,3 | 0,42 | 147,37 | 53,07 |
| 63 | 92,3 | 0,5 | 158,46 | 66,16 |
| 64 | 95,85 | 0,34 | 140,41 | 44,56 |
| 65 | 99,4 | 0,7 | 158,17 | 58,77 |
| 66 | 93 | 2,3 | 166,1 | 73,1 |
| 67 | 94 | 0,93 | 151,88 | 57,88 |
| 71 | 102,9 | 0,6 | 166,21 | 63,31 |
| 73 | 114,5 | 0,32 | 149,97 | 35,47 |
| 77 | 109 | 0,34 | 154,68 | 45,68 |
| 78 | 113,3 | 0,34 | 166,2 | 52,9 |

Suite du tableau IV.5:

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 79 | 80 | 0,11 | 166,19 | 86,19 |
| 80 | 87,1 | 0,18 | 151,78 | 64,68 |
| 81 | 88,22 | 0,48 | 151,85 | 63,63 |
| 82 | 91,2 | 0,06 | 151,88 | 60,68 |
| 83 | 91,3 | 0,26 | 155,08 | 63,78 |
| 84 | 104 | 1,79 | 145,79 | 41,79 |
| 85 | 105,6 | 1 | 180,27 | 74,67 |
| 98 | 91,2 | 0,07 | 148,26 | 57,06 |
| 99 | 86,3 | 0,46 | 148,09 | 61,79 |
| 100 | 92,6 | 0,97 | 143,69 | 51,09 |
| 101 | 93,7 | 0,09 | 158,76 | 65,06 |
| 102 | 93,5 | 0,07 | 147,37 | 53,87 |
| 103 | 92,2 | 0,3 | 158,43 | 66,23 |
| 104 | 92 | 0,11 | 158,46 | 66,46 |
| 105 | 94,1 | 0,44 | 145,86 | 51,76 |
| 106 | 94 | 0,26 | 147,42 | 53,42 |
| 108 | 117,6 | 0,15 | 149,93 | 32,33 |
| 109 | 138,7 | 0,3 | 149,92 | 11,22 |
| 110 | 145,6 | 0,19 | 148,86 | 3,26 |
| 111 | 134,7 | 0,27 | 148,51 | 13,81 |
| 120 | 117 | 0,02 | 150,56 | 33,56 |
| 122 | 123 | 0,18 | 148,57 | 25,57 |
| 123 | 117,5 | 0,11 | 147,49 | 29,99 |

Suite du tableau IV.5:

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|---------------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 124 | 111,7 | 0,11 | 146,62 | 34,92 |
| 125 | 105,15 | 0,4 | 146,67 | 41,52 |
| 126 | 101,5 | 0,52 | 146,42 | 44,92 |
| 127 | 108,2 | 0,51 | 149,93 | 41,72 |
| 128 | 107,02 | 0,13 | 148,63 | 41,61 |
| 130 | 102,1 | 0,13 | 158,16 | 56,06 |
| 131 | 101,3 | 0,26 | 155,67 | 54,37 |
| 132 | 97,4 | 0,14 | 159,88 | 62,48 |
| 133 | 91,6 | 0,8 | 143,5 | 51,9 |
| 139 | 100,5 | 0,34 | 157,4 | 56,9 |
| 141 | 94,2 | 0,12 | 158,4 | 64,2 |
| 145 | 125,33 | 0,23 | 149,52 | 24,19 |
| 160 | 100 | 0,36 | 157,24 | 57,24 |
| 161 | 102 | 0,07 | 157,24 | 55,24 |
| 190 | 119,45 | 0,57 | 149,96 | 30,51 |
| 196 | 92 | 0,09 | 160,51 | 68,51 |
| 205 | 90,5 | 1,27 | 165,71 | 75,21 |
| Réservoir R1 | 164 | -43,42 | 166 | 2 |
| Réservoir R2 | 216 | -19,51 | 218 | 2 |
| Réservoir R3 | 123 | 10,8 | 125 | 2 |

b. Cas de pointe + incendie

Tableau IV.6 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant :

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert, Charge Unit, |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|--------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 1 | 1 | 2 | 100 | 300 | 41,31 | 0,58 | 1,96 |
| 2 | 2 | 3 | 100 | 300 | 43,74 | 0,62 | 2,2 |
| 3 | 2 | 7 | 127,24 | 90 | 2,73 | 0,43 | 2,65 |
| 6 | 6 | 7 | 48,05 | 100 | 9 | 1,15 | 14,78 |
| 7 | 67 | 82 | 29,51 | 100 | 0,06 | 0,01 | 0 |
| 8 | 67 | 15 | 37,75 | 100 | 1,4 | 0,18 | 0,47 |
| 9 | 15 | 81 | 221,86 | 100 | 0,48 | 0,06 | 0,07 |
| 10 | 15 | 80 | 85,14 | 40 | 0,18 | 0,14 | 1,04 |
| 11 | 6 | 66 | 48,75 | 300 | 50,74 | 0,72 | 1,57 |
| 12 | 67 | 19 | 232,34 | 100 | 12,31 | 1,57 | 27 |
| 13 | 66 | 20 | 186,66 | 300 | 46,65 | 0,66 | 1,34 |
| 14 | 19 | 21 | 78,35 | 100 | 9,42 | 1,2 | 16,15 |
| 15 | 20 | 22 | 79,22 | 125 | 43,54 | 3,55 | 100,21 |
| 16 | 22 | 23 | 45,93 | 125 | 22,07 | 1,8 | 26,67 |
| 17 | 22 | 24 | 88,61 | 125 | 21,01 | 1,71 | 24,24 |
| 18 | 21 | 25 | 170,1 | 100 | 6,88 | 0,88 | 8,87 |
| 19 | 1 | 8 | 161,7 | 40 | -1,01 | 0,8 | 23,9 |
| 20 | 8 | 9 | 88,75 | 40 | -0,54 | 0,43 | 7,49 |
| 21 | 10 | 8 | 334,75 | 49 | 1,95 | 1,03 | 29,79 |
| 22 | 9 | 10 | 258,04 | 100 | 14,31 | 1,82 | 36,07 |
| 23 | 7 | 9 | 159,24 | 100 | 12,45 | 1,58 | 27,56 |
| 24 | 10 | 85 | 457,98 | 100 | 1 | 0,13 | 0,26 |
| 25 | 66 | 84 | 799,41 | 49 | 1,79 | 0,95 | 25,41 |

Suite du tableau IV.6:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert, Charge Unit, |
|---------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|--------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 26 | 50 | 41 | 29,01 | 100 | 0,97 | 0,12 | 0,24 |
| 27 | 41 | 108 | 72,46 | 100 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| 28 | 41 | 109 | 140,21 | 90 | 0,3 | 0,05 | 0,05 |
| 29 | 50 | 42 | 210,01 | 100 | 22,1 | 2,81 | 84,02 |
| 30 | 42 | 110 | 89,53 | 60 | 17,19 | 6,08 | 723,12 |
| 31 | 42 | 44 | 87,12 | 100 | 4,08 | 0,52 | 3,32 |
| 32 | 44 | 43 | 16,75 | 100 | 3,5 | 0,45 | 2,49 |
| 33 | 43 | 111 | 125,42 | 60 | 0,27 | 0,1 | 0,3 |
| 34 | 44 | 122 | 87,14 | 60 | 0,18 | 0,06 | 0,14 |
| 35 | 43 | 45 | 50,46 | 60 | 2,77 | 0,98 | 20,86 |
| 37 | 45 | 46 | 49,02 | 60 | 2,29 | 0,81 | 14,54 |
| 38 | 46 | 125 | 178,47 | 60 | 0,4 | 0,14 | 0,6 |
| 39 | 46 | 47 | 30,24 | 60 | 1,32 | 0,47 | 5,19 |
| 40 | 47 | 124 | 50,36 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 41 | 47 | 126 | 213,11 | 60 | 0,52 | 0,18 | 0,95 |
| 36 | 45 | 123 | 49,31 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 42 | 50 | 38 | 314,58 | 250 | 24,26 | 0,49 | 0,97 |
| 43 | 38 | 190 | 30,09 | 100 | 1,08 | 0,14 | 0,29 |
| 44 | 190 | 127 | 256,61 | 90 | 0,51 | 0,08 | 0,13 |
| 45 | 38 | 73 | 27,68 | 250 | 26,14 | 0,53 | 1,11 |
| 46 | 73 | 37 | 12,36 | 250 | 26,69 | 0,54 | 1,16 |
| 47 | 37 | 36 | 42,05 | 125 | 27,86 | 2,27 | 41,91 |
| 48 | 36 | 120 | 14,16 | 49 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| 49 | 36 | 35 | 11,5 | 125 | 28,04 | 2,28 | 42,43 |
| 50 | 35 | 61 | 238,63 | 100 | 6,85 | 0,87 | 8,79 |

Suite du tableau IV.6:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert, Charge Unit, |
|-----------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|--------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 51 | 61 | 62 | 4,95 | 100 | 5,81 | 0,74 | 6,43 |
| 5 | 61 | 106 | 124 | 100 | 0,26 | 0,03 | 0,02 |
| 52 | 62 | 105 | 157,68 | 100 | 5,32 | 0,68 | 5,45 |
| 53 | 105 | 64 | 47,52 | 60 | 4,88 | 1,73 | 61,68 |
| 54 | 64 | 100 | 64,47 | 60 | 2,75 | 0,97 | 20,58 |
| 55 | 27 | 101 | 41,69 | 125 | 0,09 | 0,01 | 0 |
| 56 | 62 | 102 | 34,57 | 100 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| 57 | 27 | 63 | 42,32 | 49 | 0,91 | 0,48 | 7,15 |
| 58 | 63 | 103 | 88,82 | 60 | 0,3 | 0,11 | 0,36 |
| 59 | 63 | 104 | 50,55 | 60 | 0,11 | 0,04 | 0,04 |
| 60 | 27 | 26 | 144,44 | 125 | 1,49 | 0,12 | 0,18 |
| 61 | 26 | 28 | 36,7 | 125 | 18,3 | 1,49 | 18,57 |
| 62 | 28 | 141 | 56,8 | 49 | 0,12 | 0,06 | 0,15 |
| 63 | 25 | 100 | 339,8 | 100 | 3,72 | 0,47 | 2,79 |
| 64 | 28 | 29 | 85,54 | 125 | 17,8 | 1,45 | 17,61 |
| 65 | 29 | 131 | 156,23 | 49 | 0,34 | 0,18 | 1,2 |
| 66 | 29 | 32 | 89,31 | 125 | 16,75 | 1,36 | 15,66 |
| 69 | 160 | 161 | 43,57 | 49 | 0,07 | 0,04 | 0,05 |
| 70 | 31 | 128 | 62,85 | 49 | 0,13 | 0,07 | 0,19 |
| 71 | 32 | 160 | 30,55 | 125 | 20,18 | 1,64 | 22,43 |
| 72 | 160 | 65 | 71,07 | 125 | 20,61 | 1,68 | 23,36 |
| 73 | 65 | 130 | 60,17 | 49 | 0,13 | 0,07 | 0,19 |
| 74 | 24 | 132 | 84,78 | 40 | 0,14 | 0,11 | 0,67 |
| 75 | 24 | 26 | 84,94 | 125 | 20,36 | 1,66 | 22,82 |
| 76 | 23 | 196 | 43,93 | 40 | 0,09 | 0,07 | 0,21 |

Suite du tableau IV.6:

| Tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert, Charge Unit, |
|-----------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|--------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 77 | 23 | 65 | 162,67 | 125 | 21,44 | 1,75 | 25,22 |
| 78 | 21 | 31 | 296,84 | 100 | 1,37 | 0,17 | 0,45 |
| 79 | 31 | 33 | 20,35 | 100 | 0,43 | 0,06 | 0,06 |
| 80 | 32 | 34 | 29,57 | 125 | 36,61 | 2,98 | 71,37 |
| 81 | 34 | 35 | 142 | 125 | 35,73 | 2,91 | 68,06 |
| 82 | 33 | 37 | 215,17 | 100 | 0,56 | 0,07 | 0,09 |
| 83 | 73 | 145 | 109,32 | 33 | 0,23 | 0,27 | 4,1 |
| 84 | 34 | 131 | 120,46 | 50 | 0,26 | 0,13 | 0,67 |
| 85 | 19 | 18 | 270,71 | 100 | 1,64 | 0,21 | 0,62 |
| 86 | 18 | 98 | 31,63 | 100 | 0,07 | 0,01 | 0 |
| 87 | 20 | 205 | 591,41 | 100 | 1,27 | 0,16 | 0,39 |
| 88 | 18 | 99 | 215,62 | 60 | 0,46 | 0,16 | 0,77 |
| 89 | 4 | 83 | 120,35 | 100 | 0,26 | 0,03 | 0,02 |
| 90 | 3 | 6 | 138,27 | 300 | 42,24 | 0,6 | 1,11 |
| 91 | 4 | 67 | 136,88 | 100 | 14,7 | 1,87 | 38,04 |
| 92 | 3 | 71 | 69,19 | 90 | 1,05 | 0,17 | 0,47 |
| 93 | 71 | 78 | 157,7 | 90 | 0,34 | 0,05 | 0,06 |
| 94 | 4 | 77 | 157,5 | 42 | 0,34 | 0,25 | 2,54 |
| 95 | 71 | 79 | 52,37 | 40 | 0,11 | 0,09 | 0,39 |
| 4 | R1 | 1 | 323,59 | 300 | 40,67 | 0,58 | 1,03 |
| 67 | R1 | 4 | 392,97 | 100 | 16,18 | 2,06 | 45,81 |
| 68 | R2 | 10 | 574,87 | 100 | 19,56 | 2,49 | 66,23 |
| 96 | R3 | 64 | 53,21 | 60 | 7,29 | 2,58 | 134,4 |
| 98 | 25 | 133 | 370,9 | 49 | 0,8 | 0,42 | 5,63 |

Les charges et les pressions dans le réseau sont données par le tableau IV.7.

Tableau IV.7 : Charges et pressions dans le réseau existant :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| | m | LPS | m | m |
| 1 | 101,5 | 0,37 | 166,35 | 64,85 |
| 2 | 101,4 | 0,3 | 166,16 | 64,76 |
| 3 | 101,4 | 0,45 | 165,94 | 64,54 |
| 4 | 101,4 | 0,88 | 148,68 | 47,28 |
| 6 | 91,4 | 0,5 | 165,78 | 74,38 |
| 7 | 91,2 | 0,72 | 166,49 | 75,29 |
| 8 | 107,1 | 1,48 | 170,22 | 63,12 |
| 9 | 96,5 | 1,32 | 170,88 | 74,38 |
| 10 | 108,3 | 2,31 | 180,19 | 71,89 |
| 15 | 89,4 | 0,74 | 143,46 | 54,06 |
| 18 | 91,1 | 1,11 | 137,03 | 45,93 |
| 19 | 93,2 | 1,25 | 137,2 | 44 |
| 20 | 92,8 | 1,84 | 165,46 | 72,66 |
| 21 | 93,5 | 1,17 | 135,94 | 42,44 |
| 22 | 93,5 | 0,46 | 157,52 | 64,02 |
| 23 | 93,1 | 0,54 | 156,29 | 63,19 |
| 24 | 93,3 | 0,51 | 155,37 | 62,07 |
| 25 | 94,1 | 2,36 | 134,43 | 40,33 |
| 26 | 94,05 | 0,57 | 153,43 | 59,38 |
| 27 | 94,1 | 0,49 | 153,41 | 59,31 |
| 28 | 95,4 | 0,38 | 152,75 | 57,35 |
| 29 | 96,7 | 0,71 | 151,24 | 54,54 |

Suite du tableau IV.7 :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|-------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 31 | 104,45 | 0,81 | 135,8 | 31,35 |
| 32 | 104,6 | 0,32 | 149,85 | 45,25 |
| 33 | 104,6 | 0,99 | 135,8 | 31,2 |
| 34 | 104,2 | 0,62 | 147,73 | 43,53 |
| 35 | 112,5 | 0,84 | 138,07 | 25,57 |
| 36 | 115,5 | 0,16 | 137,58 | 22,08 |
| 37 | 117,2 | 0,61 | 135,82 | 18,62 |
| 38 | 117,8 | 0,8 | 135,78 | 17,98 |
| 41 | 129,1 | 0,52 | 135,46 | 6,36 |
| 42 | 142 | 0,83 | 117,83 | -24,17 |
| 43 | 134,9 | 0,46 | 117,5 | -17,4 |
| 44 | 141,5 | 0,4 | 117,54 | -23,96 |
| 45 | 112 | 0,37 | 116,44 | 4,44 |
| 46 | 102,2 | 0,57 | 115,73 | 13,53 |
| 47 | 101,3 | 0,69 | 115,57 | 14,27 |
| 50 | 138 | 1,19 | 135,47 | -2,53 |
| 61 | 94,4 | 0,78 | 135,97 | 41,57 |
| 62 | 94,3 | 0,42 | 135,94 | 41,64 |
| 63 | 92,3 | 0,5 | 153,1 | 60,8 |
| 64 | 95,85 | 0,34 | 132,15 | 36,3 |
| 65 | 99,4 | 0,7 | 152,19 | 52,79 |
| 66 | 93 | 2,3 | 165,71 | 72,71 |
| 67 | 94 | 0,93 | 143,48 | 49,48 |
| 71 | 102,9 | 0,6 | 165,9 | 63 |

Suite du tableau IV.7 :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 73 | 114,5 | 0,32 | 135,81 | 21,31 |
| 77 | 109 | 0,34 | 148,28 | 39,28 |
| 78 | 113,3 | 0,34 | 165,89 | 52,59 |
| 79 | 80 | 0,11 | 165,88 | 85,88 |
| 80 | 87,1 | 0,18 | 143,37 | 56,27 |
| 81 | 88,22 | 0,48 | 143,44 | 55,22 |
| 82 | 91,2 | 0,06 | 143,47 | 52,27 |
| 83 | 91,3 | 0,26 | 148,68 | 57,38 |
| 84 | 104 | 1,79 | 145,4 | 41,4 |
| 85 | 105,6 | 1 | 180,07 | 74,47 |
| 98 | 91,2 | 0,07 | 137,03 | 45,83 |
| 99 | 86,3 | 0,46 | 136,87 | 50,57 |
| 100 | 92,6 | 0,97 | 133,48 | 40,88 |
| 101 | 93,7 | 0,09 | 153,41 | 59,71 |
| 102 | 93,5 | 0,07 | 135,94 | 42,44 |
| 103 | 92,2 | 0,3 | 153,07 | 60,87 |
| 104 | 92 | 0,11 | 153,1 | 61,1 |
| 105 | 94,1 | 0,44 | 135,08 | 40,98 |
| 106 | 94 | 0,26 | 135,97 | 41,97 |
| 108 | 117,6 | 0,15 | 135,46 | 17,86 |
| 109 | 138,7 | 0,3 | 135,46 | -3,24 |
| 110 | 145,6 | 17,19 | 53,08 | -92,52 |
| 111 | 134,7 | 0,27 | 117,46 | -17,24 |
| 120 | 117 | 0,02 | 137,58 | 20,58 |

Suite du tableau IV.7 :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|---------------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 122 | 123 | 0,18 | 117,52 | -5,48 |
| 123 | 117,5 | 0,11 | 116,44 | -1,06 |
| 124 | 111,7 | 0,11 | 115,57 | 3,87 |
| 125 | 105,15 | 0,4 | 115,62 | 10,47 |
| 126 | 101,5 | 0,52 | 115,37 | 13,87 |
| 127 | 108,2 | 0,51 | 135,73 | 27,53 |
| 128 | 107,02 | 0,13 | 135,79 | 28,77 |
| 130 | 102,1 | 0,13 | 152,18 | 50,08 |
| 131 | 101,3 | 0,26 | 147,65 | 46,35 |
| 132 | 97,4 | 0,14 | 155,31 | 57,91 |
| 133 | 91,6 | 0,8 | 132,34 | 40,74 |
| 139 | 100,5 | 0,34 | 151,06 | 50,56 |
| 141 | 94,2 | 0,12 | 152,74 | 58,54 |
| 145 | 125,33 | 0,23 | 135,36 | 10,03 |
| 160 | 100 | 0,36 | 150,53 | 50,53 |
| 161 | 102 | 0,07 | 150,53 | 48,53 |
| 190 | 119,45 | 0,57 | 135,77 | 16,32 |
| 196 | 92 | 0,09 | 156,28 | 64,28 |
| 205 | 90,5 | 1,27 | 165,22 | 74,72 |
| Réservoir R1 | 164 | -56,86 | 166 | 2 |
| Réservoir R2 | 216 | -19,56 | 218 | 2 |
| Réservoir R3 | 123 | 7,29 | 125 | 2 |

Conclusion :

Après la simulation on a constaté que le réservoir R3 n'alimente plus le réseau. Au contraire, au lieu de participer à la distribution, il joue le rôle de consommateur. Son trop plein fonctionne tout le temps. C'est une eau consommée mais non comptabilisée. Ce réservoir joue le rôle de gaspilleur et par conséquent, il faudra l'isoler et l'affecter pour d'autres services.

Chapitre V

Remarques et solutions

Introduction :

Vu les problèmes trouvés dans le réseau de distribution de la ville de Sidi Aich, on essaiera de donner des solutions pour remédier à ces derniers.

I- Analyse de la situation actuelle 2009:

Les réseaux d'alimentation en eau potable des agglomérations posent de nombreux problèmes du point de vue hydraulique, dus aux accroissements démographiques, et au mode d'exploitation du système d'alimentation en eau et aussi aux sous dimensionnement du réseau.

II- Interprétation des résultats de calcul de 2009 :

Le réseau de distribution de la ville de Sidi Aich présente des anomalies qui empêchent le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable.

D'après nos calculs, on constate que :

1/ Les résultats des pressions obtenues sont défavorables c'est-à-dire que la majorité des pressions dépassent la norme et certaines d'autres sont très faibles comme les noeuds **42, 44, 110** où les pressions sont respectivement **6.88, 7.09, 3.26** m.c.e. Ces pressions ne peuvent assurer l'alimentation des abonnés convenablement.

2/ Les vitesses dans le réseau d'alimentation en eau potable sont très faibles, sachant que la vitesse admissible dans un tronçon est entre 0.5m/s à 1.5m/s, les vitesses dans ces tronçons sont comprises entre 0.1m/s jusqu'à 0,3m/s et voir même une vitesse de 0.01 m/s où on peut dire qu'il n'y a pas d'écoulement. Et dans d'autres, la vitesse dépasse la norme, car on a trouvé des vitesses qui dépassent les 2 m/s

3/ Le réservoir N° 3 situé à la côte 123 mètres qui a été réalisé pour le renforcement de l'alimentation en eau potable de Sidi Aïch s'avère inutile. Au lieu de participer à la distribution, au contraire il joue le rôle d'un consommateur ou gaspilleur. Un débit de 10,52 l/s destiné aux abonnés va directement vers ce réservoir. Ce débit rempli le réservoir N°3 et une fois rempli tout le surplus déborde par le trop plein et se jette dans la nature. C'est la raison qui nous a poussé à employer le terme gaspilleur c'est-à-dire qu'il n'alimente plus le réseau est cela durant toute la journée. Voir figure ci-dessous.

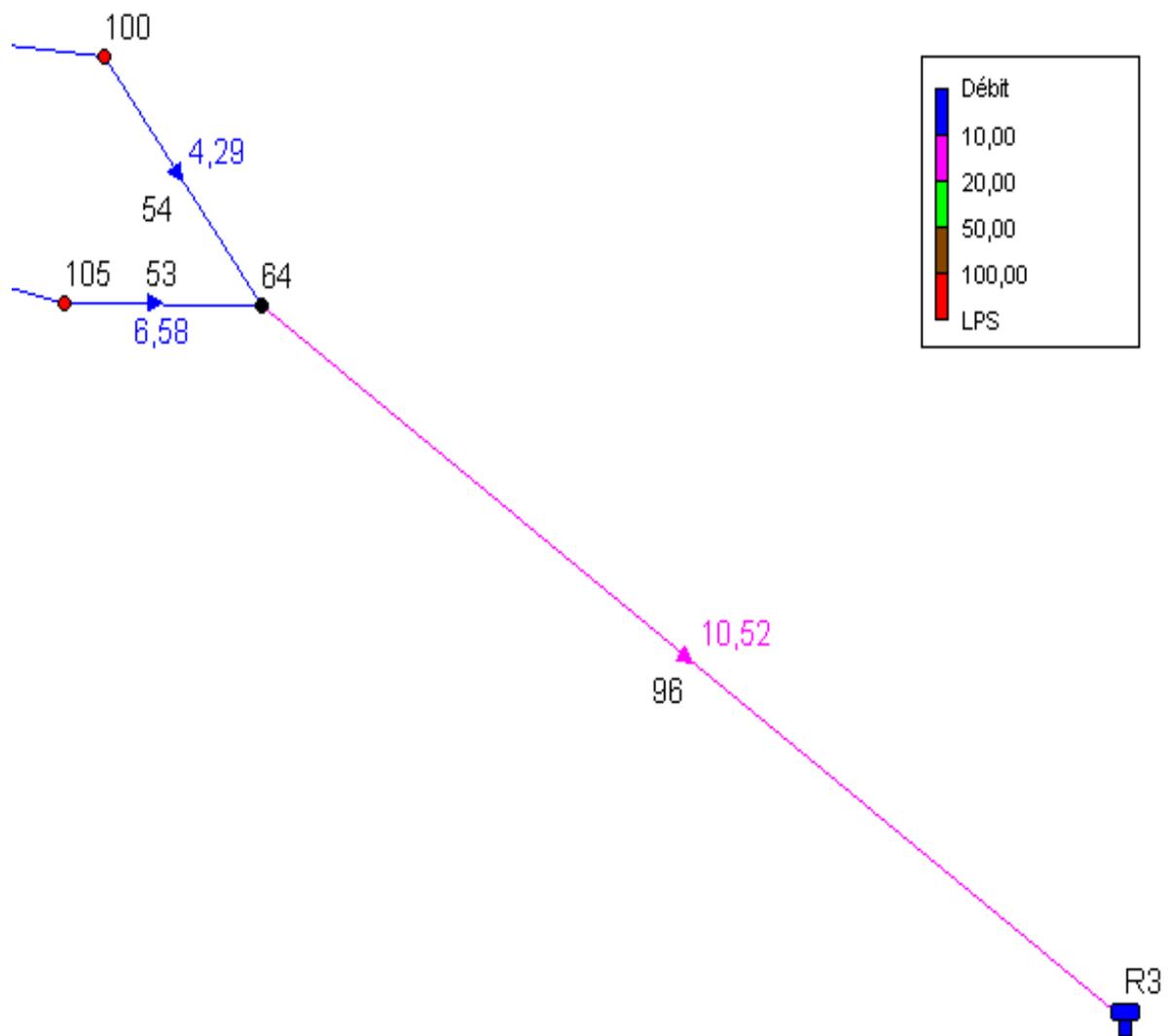


Fig .09 : Schéma montrant le rôle du réservoir R3.

II-1- Présentation des tronçons dont les vitesses sont inférieures et supérieures à la normale :

II-1-1- Cas de pointe :

Tableau V.1 : Les vitesses inférieures à la normale :

| Nom | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Vitesse (m/s) | Nom | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Vitesse (m/s) |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 7 | 67 | 82 | 0,01 | 58 | 63 | 103 | 0,11 |
| 8 | 67 | 15 | 0,18 | 59 | 63 | 104 | 0,04 |
| 9 | 15 | 81 | 0,06 | 60 | 27 | 26 | 0,12 |
| 26 | 50 | 41 | 0,12 | 62 | 28 | 141 | 0,06 |
| 27 | 41 | 108 | 0,02 | 65 | 29 | 131 | 0,18 |
| 28 | 41 | 109 | 0,05 | 69 | 160 | 161 | 0,04 |
| 34 | 44 | 122 | 0,06 | 70 | 31 | 128 | 0,07 |
| 38 | 46 | 125 | 0,14 | 73 | 65 | 130 | 0,07 |
| 40 | 47 | 124 | 0,04 | 74 | 24 | 132 | 0,11 |
| 41 | 47 | 126 | 0,18 | 76 | 23 | 196 | 0,07 |
| 36 | 45 | 123 | 0,04 | 84 | 34 | 131 | 0,13 |
| 42 | 50 | 38 | 0,15 | 85 | 19 | 18 | 0,21 |
| 43 | 38 | 190 | 0,14 | 86 | 18 | 98 | 0,01 |
| 44 | 190 | 127 | 0,08 | 87 | 20 | 205 | 0,16 |
| 45 | 38 | 73 | 0,19 | 88 | 18 | 99 | 0,16 |
| 46 | 73 | 37 | 0,2 | 89 | 4 | 83 | 0,03 |
| 48 | 36 | 120 | 0,01 | 92 | 3 | 71 | 0,17 |
| 5 | 61 | 106 | 0,03 | 93 | 71 | 78 | 0,05 |
| 55 | 27 | 101 | 0,01 | 94 | 4 | 77 | 0,25 |
| 56 | 62 | 102 | 0,01 | 95 | 71 | 79 | 0,09 |

Ce genre de vitesses faibles favorise la formation du tartre. Le tartre en alimentation en eau potable est assimilé au cancer chez l'être humain. Si la tartre se forme dans une conduite, il est impossible de lutter contre celui-ci. Son élimination est impossible. Il réduit la section réelle de l'écoulement d'une manière considérable, ceci provoque une augmentation des pertes de charge, par conséquent une diminution de la pression.

TableauV.2 : les vitesses supérieures à la normale :

| Nom | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Vitesse (m/s) | Nom | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Vitesse (m/s) |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 15 | 20 | 22 | 2,72 | 68 | R2 | 10 | 2,48 |
| 22 | 9 | 10 | 1,82 | 80 | 32 | 34 | 2,15 |
| 53 | 105 | 64 | 2,38 | 81 | 34 | 35 | 2,08 |
| 67 | R1 | 4 | 1,64 | 96 | R3 | 64 | 3,82 |

Ces vitesses sont à proscrire du fait du coup de bélier. Elles fatiguent la conduite et provoquent une usure prématurée.

II-2- Présentation des noeuds dont les pressions sont inférieures et supérieur à la normale :

II-2-1 Cas de pointe :

TableauV.3 : les pressions supérieures à la normale :

| Noeud | Pression | Noeud | Pression |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | m | | m |
| 1 | 64,99 | 63 | 66,16 |
| 2 | 64,98 | 66 | 73,1 |
| 3 | 64,84 | 71 | 63,31 |
| 6 | 74,75 | 79 | 86,19 |
| 7 | 75,6 | 80 | 64,68 |
| 8 | 63,35 | 81 | 63,63 |
| 9 | 74,65 | 82 | 60,68 |
| 10 | 72,09 | 83 | 63,78 |
| 15 | 62,47 | 85 | 74,67 |
| 20 | 73,14 | 99 | 61,79 |
| 22 | 67,74 | 101 | 65,06 |
| 23 | 67,42 | 103 | 66,23 |
| 24 | 66,64 | 104 | 66,46 |
| 26 | 64,74 | 132 | 62,48 |
| 27 | 64,66 | 141 | 64,2 |
| 28 | 63,01 | 196 | 68,51 |
| 29 | 60,89 | 205 | 75,21 |

Ces pressions élevées présentées ci-dessus peuvent facilement fatiguer les conduites surtout aux heures creuses la ou la consommation est très faible, ce qui provoque par conséquence apparition des fuites et le dysfonctionnement des appareils.

TableauV.4 : les pressions inférieures à la normale :

| Noeud | Pression (m) |
|--------------|---------------------|
| 42 | 6,88 |
| 44 | 7,09 |
| 110 | 3,26 |

Ce sont des pressions qui ne répondent pas à la demande exigée par le consommateur qui est de l'ordre de **10 m**.

II-2-2- Cas de pointe + incendie :

TableauV.5 : les pressions supérieures à la normale :

| Noeud | Pression | Noeud | Pression |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | m | | m |
| 1 | 64,85 | 22 | 64,02 |
| 2 | 64,76 | 23 | 63,19 |
| 3 | 64,54 | 24 | 62,07 |
| 4 | 47,28 | 63 | 60,8 |
| 6 | 74,38 | 71 | 63 |
| 7 | 75,29 | 79 | 85,88 |
| 8 | 63,12 | 85 | 74,47 |
| 9 | 74,38 | 103 | 60,87 |
| 10 | 71,89 | 104 | 61,1 |
| 15 | 54,06 | 196 | 64,28 |
| 18 | 45,93 | 205 | 74,72 |
| 20 | 72,66 | | |

On donne ici la même remarque que pour le TableauV.3

TableauV.6 : les pressions inférieures à la normale :

| Noeud | Pression |
|--------------|-----------------|
| | m |
| 41 | 6,36 |
| 42 | -24,17 |
| 43 | -17,4 |
| 44 | -23,96 |
| 45 | 4,44 |
| 50 | -2,53 |
| 109 | -3,24 |
| 110 | -92,52 |
| 111 | -17,24 |
| 122 | -5,48 |
| 123 | -1,06 |
| 124 | 3,87 |

Là, on enregistre des pressions pratiquement négatives, ce que veut dire que l'écoulement n'aura pas lieu, alors cette région souffre d'un manque d'eau en cas de point + incendie. Ces pressions provoqueront un aplatissement des conduites à long terme.

III- Solution du réseau actuel :

1^{ère} solution :

On doit d'abord isoler le réservoir **N°3**, pour qu'il soit destiné pour d'autres usages, mais après l'isolement de ce dernier, on a constaté que le réservoir **N° 1** reçoit de l'eau à partir de la conduite **N° 4**, c'est pour ça qu'on a pensé à lui placer un clapet anti retour mais le réservoir reçoit toujours de l'eau par l'autre conduite **n° 67** alors l'unique solution est de placer des clapet au niveau des deux conduites, voire figure ci-dessous.

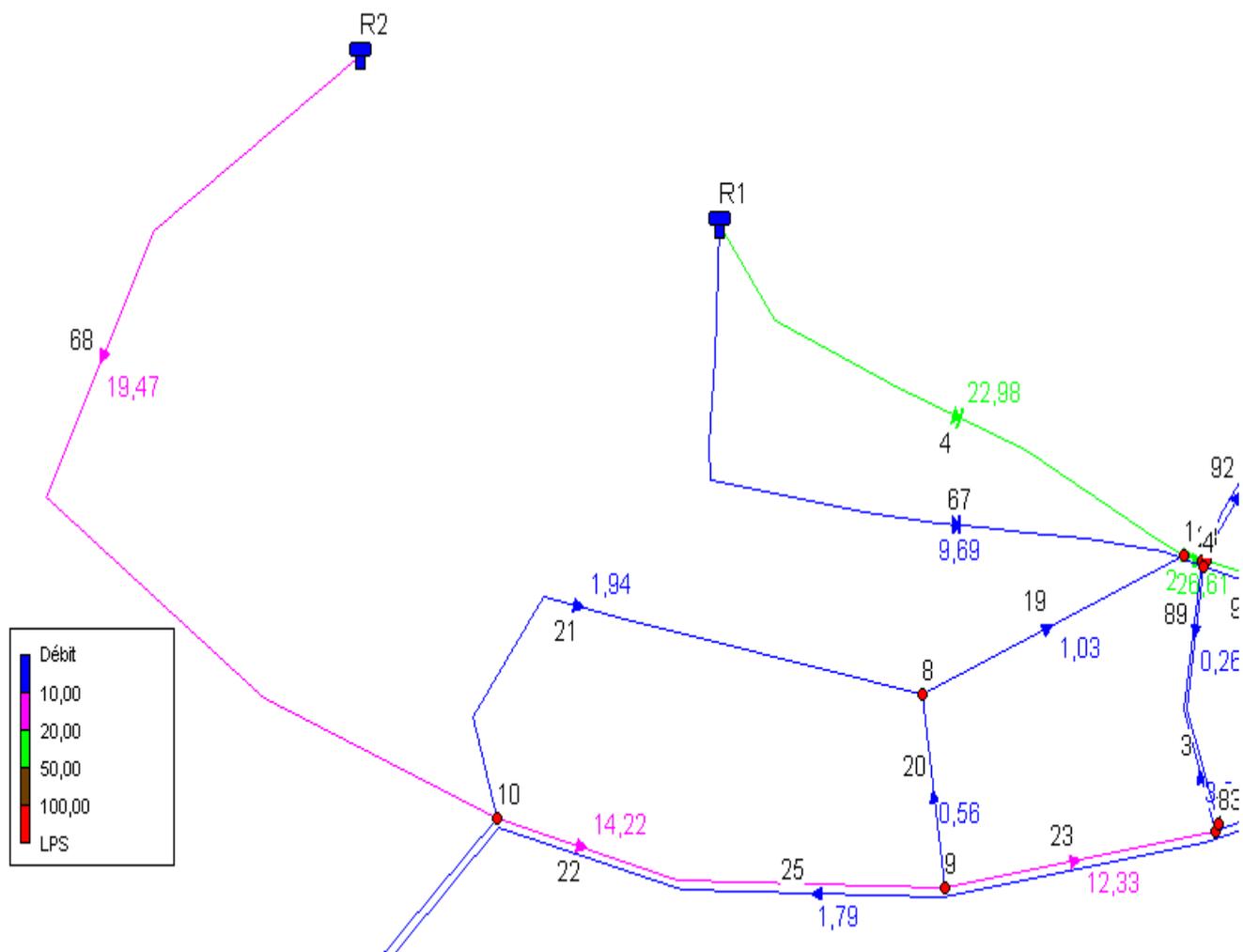


Fig.10 : Schéma montrant les emplacements des clapets au niveau des conduites 4 et 67.

2^{ème} solution :

Changement de certains diamètres le long des conduites qui mènent vers les nœuds les plus défavorables. Ces changements que nous proposons vont aider le réseau à fonctionner avec des pressions acceptables et les pressions négatives disparaîtront (voir tableau N° V 9.)

IV- proposition des diamètres :

Tableau V.7: les diamètres proposés :

| Nom | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Diamètre existant | Diamètre proposé |
|-----|----------------|----------------|-------------------|------------------|
| 29 | 50 | 42 | 100 | 200 |
| 47 | 37 | 36 | 125 | 200 |
| 49 | 36 | 35 | 125 | 200 |
| 81 | 34 | 35 | 125 | 200 |
| 16 | 22 | 23 | 125 | 200 |
| 77 | 23 | 65 | 125 | 200 |

V- Simulation du réseau après proposition des solutions :

V-1- cas de pointe :

On a remarqué qu'après avoir appliqué les changements au réseau, on a pu élever les pressions de 10 m.c.e , surtout au niveau des nœuds les plus défavorables, **noeuds (110 - 109 – 42- 43 – 44).**

Tableau V.8 : Les pressions avant et après les changements :

| Noeud | Pression avant | Pression après |
|-------|----------------|----------------|
| 42 | 6,88 | 18,44 |
| 44 | 7,09 | 18,68 |
| 110 | 3,26 | 14,83 |

V-2- Cas de point +incendie :

Tableau V.9 : Les pressions avant et après les changements :

| Noeud | Pression avant | Pression après |
|-------|----------------|----------------|
| | m | m |
| 41 | 6,36 | 22,54 |
| 42 | -24,17 | 9,13 |
| 43 | -17,4 | 15,90 |
| 44 | -23,96 | 9,34 |
| 45 | 4,44 | 38,55 |
| 50 | -2,53 | 13,65 |
| 109 | -3,24 | 12,94 |
| 110 | -92,52 | 5,52 |
| 111 | -17,24 | 16,06 |
| 122 | -5,48 | 27,83 |
| 123 | -1,06 | 33,05 |
| 124 | 3,87 | 38,64 |

Conclusion :

On a pu régler les faibles pressions que ce soit dans le cas de point, ou pointe + incendie, est cela après avoir effectué certains changements des diamètres, mais malgré ça notre réseau ne pourra pas répondre aux besoins de cette agglomération dans le temps.

Chapitre VI

Simulation hydraulique du réseau pour l'horizon 2035

Introduction :

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle au réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi Aich, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent à projeter un nouveau système d'alimentation en eau potable.

I- Les types de réseaux :

On distingue trois types de réseaux :

- Réseau maillé.
- Réseau ramifié
- Réseau étagé

I-1- Réseaux maillés :

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation.

Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

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

I-2- Réseaux ramifiés :

On les appelle ainsi grâce à leur structure arborisante fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales leur inconvénient, c'est que dans les conduites il n'y a qu'un seul cheminement possible, en cas d'incident sur la conduite principale, toute la partie aval sera privée d'eau.

I-3- Réseaux étagés :

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable, il arrive que cette ville présente des différences de niveau importantes.

La distribution par le réservoir existant donne de fortes pressions aux points bas (normes des pressions ne sont pas respectées)

Remarque :

Pour une meilleure distribution, on opte pour le réseau mixte étagé, vu les avantages qu'il présente :

- L'alimentation de retour, et la répartition parfaite des pressions.
- Isoler le tronçon accidenté par un simple manœuvre robinet

Cette variante est prise à cause de la forte dénivelée de 93 mètres qui existe entre les réservoirs.

Après avoir choisi cette variante et tracé notre réseau, nous avons constatés que les réservoirs R1 et R2 présentent des côtes très élevées par rapport aux points les plus bas de la ville. Ces deux réservoirs sont existants et nous sommes obligés de les prendre en considération lors de notre présente étude. Cela dit ; pour éviter les pressions élevées au niveau de ces points bas ; de placer des réducteurs de pression a la sortie de ces deux réservoirs.

II- Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l'horizon 2035 :

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie.

II-1- Détermination des débits :

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

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

a. Cas de pointe :

D'après le tableau N°10 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 12h

$$Q_{pte} = 379.8585 \text{ m}^3/\text{h} = 105.52 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

- **Débit route : Q_{rte}**

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

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

Donc $Q_{rte} = Q_{pte} = 105.52 \text{ l/s}$

- **Débit spécifique :** $Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L}$

Donc : $Q_{sp} = \frac{105.52}{13838} = 0,00763 \text{ l/s/m}$

$$Q_{sp} = 0,00763 \text{ l/s/m}$$

- **Calcul du Débit route pour chaque tronçon**

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte} = q_{sp} \times L$$

Tableau VI.1 : détermination des débits route:

| N° | Tronçons | Longueur (m) | $q_{sp}(l/s/m)$ | $Q_{rte} (l/s)$ |
|----|----------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1_2 | 65,7 | 0,00763 | 0,501 |
| 2 | 2_7 | 433,5 | | 3,308 |
| 3 | 2_4 | 128,9 | | 0,984 |
| 4 | 2_5 | 553 | | 4,219 |
| 5 | 3_9 | 275 | | 2,098 |
| 6 | 14_15 | 476,7 | | 3,637 |
| 7 | 13_14 | 548,5 | | 4,185 |
| 8 | 11_14 | 450,2 | | 3,435 |
| 9 | 7_10 | 148 | | 1,129 |
| 10 | 12_13 | 296,1 | | 2,259 |
| 11 | 9_13 | 526,5 | | 4,017 |
| 12 | 8_9 | 73,7 | | 0,562 |
| 13 | 8_12 | 376,9 | | 2,876 |
| 14 | 11_12 | 145,1 | | 1,107 |
| 15 | 4_10 | 474 | | 3,617 |
| 16 | 39_40 | 195 | | 1,488 |
| 17 | 11_40 | 300 | | 2,289 |
| 18 | 5_6 | 293,8 | | 2,242 |
| 19 | 6_37 | 103,5 | | 0,79 |
| 20 | 37_35 | 494 | | 3,769 |
| 21 | 10_16 | 242,3 | | 1,849 |
| 22 | 16_17 | 58,16 | | 0,444 |
| 23 | 17_18 | 95,9 | | 0,732 |
| 24 | 18_20 | 53,8 | | 0,41 |
| 25 | 17_19 | 253,5 | | 1,934 |
| 26 | 19_20 | 150,1 | | 1,145 |
| 27 | 19_22 | 397,1 | | 3,03 |
| 28 | 21_22 | 297,3 | | 2,268 |
| 29 | 21_24 | 265,5 | | 2,026 |
| 30 | 23_24 | 87,5 | | 0,668 |
| 31 | 24_25 | 401,2 | | 3,061 |

Suite du tableau VI.1 :

| N° | Tronçons | Longueur (m) | q _{sp} (l/s/m) | Q _{rte} (l/s) |
|----|----------|--------------|-------------------------|------------------------|
| 32 | 23_25 | 264,9 | 0,00763 | 2,021 |
| 33 | 25_27 | 14,3 | | 0,109 |
| 34 | 26_27 | 191,7 | | 1,463 |
| 35 | 26_34 | 91,1 | | 0,695 |
| 36 | 27_28 | 301,2 | | 2,298 |
| 37 | 26_30 | 398,7 | | 3,042 |
| 38 | 28_30 | 123,5 | | 0,942 |
| 39 | 29_30 | 100 | | 0,763 |
| 40 | 28_29 | 416,8 | | 3,18 |
| 41 | 29_31 | 97 | | 0,74 |
| 42 | 31_32 | 203,3 | | 1,551 |
| 43 | 32_34 | 340,1 | | 2,595 |
| 44 | 32_33 | 203,2 | | 1,55 |
| 45 | 33_34 | 575,3 | | 4,39 |
| 46 | 31_33 | 495,8 | | 3,783 |
| 47 | 16_31 | 90 | | 0,687 |
| 48 | 4_6 | 270 | | 2,06 |
| 49 | 18_23 | 415,72 | | 3,172 |
| 50 | 20_21 | 239,34 | | 1,826 |
| 51 | 10_40 | 96 | | 0,732 |
| 52 | 8_39 | 94 | | 0,717 |
| 53 | 3_39 | 156 | | 1,19 |

Tableau VI.2 Détermination des débits aux nœuds :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 1 | 1_2 | 65,7 | 0,5013 | 1,77 |
| | 1_7 | 398,7 | 3,0421 | |
| 2 | 1_2 | 65,7 | 0,5013 | 4,51 |
| | 2_4 | 128,9 | 0,9835 | |
| | 2_5 | 553 | 4,2194 | |
| | 2_7 | 433,5 | 3,3076 | |
| 3 | 3_9 | 415,3 | 3,1687 | 2,18 |
| | 3_39 | 156 | 1,1903 | |
| 4 | 2_4 | 128,9 | 0,9835 | 3,33 |
| | 4_10 | 474 | 3,6166 | |
| | 4_6 | 270 | 2,0601 | |
| 5 | 2_5 | 553 | 4,2194 | 3,23 |
| | 5_6 | 293,8 | 2,2417 | |
| 6 | 4_6 | 270 | 2,0601 | 2,55 |
| | 5_6 | 293,8 | 2,2417 | |
| | 6_37 | 103,5 | 0,7897 | |
| 7 | 2_7 | 433,5 | 3,3076 | 3,87 |
| | 2_7 | 433,5 | 3,3076 | |
| | 7_10 | 148 | 1,1292 | |
| 8 | 8_9 | 73,7 | 0,5623 | 2,08 |
| | 8_12 | 376,9 | 2,8757 | |
| | 8_39 | 94 | 0,7172 | |
| 9 | 3_9 | 415,3 | 3,1687 | 3,87 |
| | 9_13 | 526,5 | 4,0172 | |
| | 8_9 | 73,7 | 0,5623 | |
| 10 | 10_11 | 401,3 | 3,0619 | 3,39 |
| | 10_16 | 242,3 | 1,8487 | |
| | 7_10 | 148 | 1,1292 | |
| | 10_40 | 96 | 0,7325 | |

Suite du tableau VI.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 11 | 11_14 | 450,2 | 3,435 | 3,42 |
| | 11_12 | 145,1 | 1,1071 | |
| | 11_40 | 300 | 2,289 | |
| 12 | 8_12 | 376,9 | 2,8757 | 3,12 |
| | 11_12 | 145,1 | 1,1071 | |
| | 12_13 | 296,1 | 2,2592 | |
| 13 | 12_13 | 296,1 | 2,2592 | 5,23 |
| | 9_13 | 526,5 | 4,0172 | |
| | 13_14 | 548,5 | 4,1851 | |
| 14 | 14_15 | 476,7 | 3,6372 | 5,63 |
| | 13_14 | 548,5 | 4,1851 | |
| | 11_14 | 450,2 | 3,435 | |
| 15 | 14_15 | 476,7 | 3,6372 | 1,82 |
| 16 | 10_16 | 242,3 | 1,8487 | 1,49 |
| | 16_17 | 58,16 | 0,4438 | |
| | 16_33 | 90 | 0,6867 | |
| 17 | 16_17 | 58,16 | 0,4438 | 155 |
| | 17_18 | 95,9 | 0,7317 | |
| | 17_19 | 253,5 | 1,9342 | |
| 18 | 17_18 | 95,9 | 0,7317 | 2,16 |
| | 18_20 | 53,8 | 0,4105 | |
| | 18_23 | 415,7 | 3,1719 | |
| 19 | 17_19 | 253,5 | 1,9342 | 3,05 |
| | 19_20 | 150,1 | 1,1453 | |
| | 19_22 | 397,1 | 3,0299 | |
| 20 | 18_20 | 53,8 | 0,4105 | 1,69 |
| | 19_20 | 150,1 | 1,1453 | |
| | 20_21 | 239,3 | 1,8262 | |

Suite du tableau VI.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|------------|---------|--------------|------------|-------------|
| 21 | 20_21 | 239,3 | 1,8262 | 3,06 |
| | 21_22 | 297,3 | 2,2684 | |
| | 21_24 | 265,5 | 2,0258 | |
| 22 | 19_22 | 397,1 | 3,0299 | 2,65 |
| | 21_22 | 297,3 | 2,2684 | |
| 23 | 23_24 | 87,5 | 0,6676 | 2,93 |
| | 23_25 | 264,9 | 2,0212 | |
| | 18_23 | 415,7 | 3,1719 | |
| 24 | 21_24 | 265,5 | 2,0258 | 2,88 |
| | 23_24 | 87,5 | 0,6676 | |
| | 24_25 | 401,2 | 3,0612 | |
| 25 | 24_25 | 401,2 | 3,0612 | 2,6 |
| | 23_25 | 264,9 | 2,0212 | |
| | 25_27 | 14,3 | 0,1091 | |
| 26 | 26_27 | 191,7 | 1,4627 | 1,08 |
| | 26_34 | 91,1 | 0,6951 | |
| 27 | 25_27 | 14,3 | 0,1091 | 1,93 |
| | 26_27 | 191,7 | 1,4627 | |
| | 27_28 | 301,2 | 2,2982 | |
| 28 | 27_28 | 301,2 | 2,2982 | 3,21 |
| | 28_30 | 123,5 | 0,9423 | |
| | 28_29 | 416,8 | 3,1802 | |
| 29 | 29_30 | 100 | 0,763 | 2,34 |
| | 28_29 | 416,8 | 3,1802 | |
| | 29_31 | 97 | 0,7401 | |
| 30 | 26_30 | 398,7 | 3,0421 | 2,37 |
| | 28_30 | 123,5 | 0,9423 | |
| | 29_30 | 100 | 0,763 | |

Suite du tableau VI.2 :

| N° de nœud | Tronçon | Longueur (m) | Qrte (l/s) | Qn (l/s) |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 31 | 29_31 | 97 | 0,7401 | 3,38 |
| | 31_32 | 203,3 | 1,5512 | |
| | 31_33 | 495,8 | 3,783 | |
| | 16_31 | 90 | 0,6867 | |
| 32 | 31_32 | 203,3 | 1,5512 | 2,85 |
| | 32_34 | 340,1 | 2,595 | |
| | 32_33 | 203,2 | 1,5504 | |
| 33 | 32_33 | 203,2 | 1,5504 | 4,86 |
| | 33_34 | 575,3 | 4,3895 | |
| | 31_33 | 495,8 | 3,783 | |
| 34 | 32_34 | 340,1 | 2,595 | 3,84 |
| | 33_34 | 575,3 | 4,3895 | |
| | 26_34 | 91,1 | 0,6951 | |
| 35 | 37_35 | 494 | 3,7692 | 1,88 |
| 39 | 8_39 | 94 | 0,7172 | 1,7 |
| | 3_39 | 156 | 1,1903 | |
| | 39_40 | 195 | 1,4879 | |
| 40 | 10_40 | 96 | 0,7325 | 2,25 |
| | 39_40 | 195 | 1,4879 | |
| | 11_40 | 300 | 2,289 | |

b. 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 le réservoir (**17 l/s**) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud **n°22** avec une cote de terrain de **130,50 m** et une pression de **25,43 m**.

II-2- Résultats de la simulation hydraulique de réseau pour l'horizon 2035 :

a. cas de pointe :

Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau de distribution sont données par le tableau IV.3

Tableau VI. 3 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté :

| N° du tronçon | Noud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 2 | 1 | 2 | 65,7 | 250 | 30,96 | 0,63 | 1,53 |
| 3 | 2 | 4 | 128,9 | 250 | 20,17 | 0,41 | 0,69 |
| 4 | 4 | 6 | 270 | 90 | 3,19 | 0,5 | 3,55 |
| 5 | 5 | 6 | 293,8 | 80 | 1,24 | 0,25 | 1,12 |
| 6 | 9 | 8 | 73,7 | 100 | 6,76 | 0,86 | 3,58 |
| 7 | 11 | 12 | 145,1 | 80 | 3,66 | 0,73 | 2,28 |
| 8 | 12 | 13 | 296,1 | 80 | 1,3 | 0,26 | 1,22 |
| 9 | 9 | 13 | 526,5 | 125 | 8,9 | 0,73 | 2,69 |
| 10 | 13 | 14 | 548,5 | 100 | 4,97 | 0,63 | 4,8 |
| 11 | 11 | 14 | 450,2 | 80 | 2,48 | 0,49 | 3,99 |
| 12 | 14 | 15 | 476,7 | 80 | 1,82 | 0,36 | 2,25 |
| 13 | 10 | 16 | 242,3 | 200 | 24,06 | 0,77 | 2,91 |
| 14 | 16 | 17 | 58,16 | 200 | 22,57 | 0,72 | 2,58 |
| 15 | 17 | 19 | 253,5 | 150 | 7,66 | 0,43 | 1,43 |
| 16 | 17 | 18 | 95,9 | 150 | 13,36 | 0,76 | 4,05 |
| 17 | 18 | 20 | 53,8 | 125 | 4,38 | 0,36 | 1,25 |
| 18 | 20 | 19 | 150,1 | 60 | 0,41 | 0,15 | 0,63 |
| 19 | 20 | 21 | 239,24 | 125 | 3,1 | 0,25 | 0,66 |

Suite du tableau VI.3 :

| N° du tronçon | Nœud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 20 | 21 | 22 | 297,3 | 100 | 1,54 | 0,2 | 0,56 |
| 21 | 19 | 22 | 397,1 | 175 | 4,19 | 0,17 | 0,22 |
| 22 | 21 | 24 | 265,5 | 80 | 1,59 | 0,32 | 1,75 |
| 23 | 24 | 23 | 87,5 | 80 | 1,9 | 0,38 | 2,43 |
| 24 | 18 | 23 | 415,72 | 150 | 6,82 | 0,39 | 1,15 |
| 25 | 24 | 25 | 401,2 | 60 | 0,6 | 0,21 | 1,24 |
| 26 | 23 | 25 | 264,9 | 80 | 2 | 0,4 | 2,67 |
| 27 | 28 | 27 | 301,2 | 100 | 4,5 | 0,57 | 3,98 |
| 28 | 26 | 27 | 191,7 | 125 | 6,43 | 0,52 | 2,55 |
| 29 | 26 | 34 | 91,1 | 175 | 13,5 | 0,56 | 1,91 |
| 30 | 34 | 32 | 340,1 | 100 | 5,41 | 0,69 | 2,64 |
| 31 | 32 | 33 | 203,2 | 80 | 0,95 | 0,19 | 0,69 |
| 32 | 34 | 33 | 575,3 | 100 | 4,25 | 0,54 | 3,58 |
| 33 | 31 | 33 | 495,8 | 60 | 0,34 | 0,12 | 0,45 |
| 34 | 31 | 32 | 203,3 | 80 | 1,61 | 0,32 | 1,8 |
| 35 | 31 | 29 | 97 | 100 | 1,43 | 0,18 | 0,48 |
| 36 | 30 | 29 | 100 | 80 | 3,04 | 0,61 | 2,84 |
| 37 | 28 | 30 | 123,5 | 60 | 0,57 | 0,2 | 1,11 |
| 38 | 28 | 29 | 416,8 | 60 | 0,72 | 0,26 | 1,73 |
| 39 | 16 | 31 | 90 | 100 | 0 | 0 | 0 |

Suite du tableau VI.3 :

| N° du tronçon | Noud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 40 | 27 | 25 | 14,29 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | R3 | 26 | 73 | 250 | 25,86 | 0,53 | 1,09 |
| 42 | 26 | 30 | 398,7 | 100 | 4,85 | 0,62 | 2,58 |
| 43 | 8 | 12 | 376,9 | 125 | 8,09 | 0,66 | 3,92 |
| 44 | 2 | 5 | 553 | 125 | 4,47 | 0,36 | 1,3 |
| 45 | 1 | 7 | 398,7 | 200 | 15,6 | 0,5 | 1,29 |
| 46 | 7 | 10 | 148 | 200 | 13,8 | 0,44 | 1,02 |
| 47 | 3 | 8 | 94 | 80 | 3,4 | 0,68 | 2,21 |
| 48 | 3 | 39 | 156 | 150 | 9,59 | 0,54 | 2,17 |
| 50 | 2 | 7 | 433,5 | 100 | 2,07 | 0,26 | 0,95 |
| 51 | 4 | 10 | 474 | 200 | 13,65 | 0,43 | 1 |
| 52 | 10 | 40 | 96 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 39 | 40 | 195 | 80 | 4,49 | 0,89 | 3 |
| 54 | 40 | 11 | 300 | 80 | 2,24 | 0,44 | 3,01 |
| 55 | 3 | 9 | 100 | 175 | 19,53 | 0,81 | 3,03 |
| 56 | 6 | 35 | 100 | 80 | 1,88 | 0,37 | 2,39 |
| 57 | R2 | 1 | 195 | 300 | 48,33 | 0,68 | 60 |
| 58 | R1 | 3 | 151,2 | 200 | 31,3 | 1 | 10 |

Remarque : d'après les résultats indiqués dans le tableau ci-dessus on constate que les vitesses dans les tronçons sont fiables ce qui évite le phénomène d'entartrage ce qui implique le bon fonctionnement de notre réseau

Les tronçons **39,40** et **52** sont équipés par des vannes fermées, pour empêcher le passage d'eau vers les réservoirs R1 et R3 de côtes de radier respectivement 164 et 123 m

Les charges et les pressions dans le réseau sont données par le tableau VI.4.

Tableau VI.4 : charges et pressions dans le réseau projeté :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|-----------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 1 | 122,7 | 1,77 | 157,9 | 35,2 |
| 2 | 120,6 | 4,25 | 157,8 | 37,2 |
| 3 | 130 | 2,18 | 155,94 | 25,94 |
| 4 | 106,8 | 3,33 | 157,71 | 50,91 |
| 5 | 140 | 3,23 | 157,08 | 17,08 |
| 6 | 106 | 2,55 | 156,75 | 50,75 |
| 7 | 102 | 3,87 | 157,39 | 55,39 |
| 8 | 102,8 | 2,08 | 154,92 | 52,12 |
| 9 | 134,3 | 3,87 | 155,55 | 21,25 |
| 10 | 98 | 3,39 | 157,24 | 59,24 |
| 11 | 98 | 3,42 | 152,24 | 54,24 |
| 12 | 124,5 | 3,12 | 153,44 | 28,94 |
| 13 | 140,5 | 5,23 | 153,08 | 12,58 |
| 14 | 96 | 5,63 | 150,45 | 54,45 |
| 15 | 98,5 | 1,82 | 149,37 | 50,87 |
| 16 | 98 | 1,49 | 156,53 | 58,53 |
| 17 | 98,5 | 1,55 | 156,38 | 57,88 |
| 18 | 98,5 | 2,16 | 155,99 | 57,49 |
| 19 | 104 | 3,05 | 156,02 | 52,02 |
| 20 | 100 | 1,69 | 155,92 | 55,92 |

Suite du Tableau VI.4 :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|---------------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 21 | 130,5 | 3,06 | 155,77 | 25,27 |
| 22 | 130,5 | 2,65 | 155,93 | 25,43 |
| 23 | 112,6 | 2,93 | 155,51 | 42,91 |
| 24 | 118,2 | 2,88 | 155,3 | 37,1 |
| 25 | 106,5 | 2,6 | 154,8 | 48,3 |
| 26 | 94,6 | 1,08 | 134,87 | 40,27 |
| 27 | 102,8 | 1,93 | 134,38 | 31,58 |
| 28 | 98,5 | 3,21 | 133,18 | 34,68 |
| 29 | 92,6 | 2,34 | 132,46 | 39,86 |
| 30 | 92,7 | 2,37 | 133,04 | 40,34 |
| 31 | 92 | 3,38 | 132,41 | 40,41 |
| 32 | 91,5 | 2,85 | 132,78 | 41,28 |
| 33 | 86,7 | 4,86 | 132,63 | 45,93 |
| 34 | 90 | 3,84 | 134,69 | 44,69 |
| 35 | 106,8 | 1,88 | 156,51 | 49,71 |
| 39 | 103 | 1,7 | 155,6 | 52,6 |
| 40 | 100 | 2,25 | 153,23 | 53,23 |
| Réservoir R1 | 164 | -31,3 | 165,94 | 1,94 |
| Réservoir R2 | 216 | -48,33 | 217,9 | 1,9 |
| Réservoir R3 | 133 | -25,86 | 134,95 | 1,95 |

Remarque : Comme on le voit sur le tableau ci-dessus les pressions données après la simulation sont acceptables, donc notre réseau ne présente aucun problème et répond très bien à la demande de l'abonné et cela dans le cas de pointe.

b. Cas de pointe + incendie :

Tableau VI.5 : Vitesse et perte de charge dans le réseau :

| N° du tronçon | Noud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 2 | 1 | 2 | 65,7 | 250 | 40,26 | 0,82 | 2,52 |
| 3 | 2 | 4 | 128,9 | 250 | 28,26 | 0,58 | 1,29 |
| 4 | 4 | 6 | 270 | 90 | 3,13 | 0,49 | 3,43 |
| 5 | 5 | 6 | 293,8 | 80 | 1,3 | 0,26 | 1,21 |
| 6 | 9 | 8 | 73,7 | 100 | 6,76 | 0,86 | 3,58 |
| 7 | 11 | 12 | 145,1 | 80 | 3,66 | 0,73 | 2,28 |
| 8 | 12 | 13 | 296,1 | 80 | 1,3 | 0,26 | 1,22 |
| 9 | 9 | 13 | 526,5 | 125 | 8,9 | 0,73 | 4,69 |
| 10 | 13 | 14 | 548,5 | 100 | 4,97 | 0,63 | 4,8 |
| 11 | 11 | 14 | 450,2 | 80 | 2,48 | 0,49 | 3,99 |
| 12 | 14 | 15 | 476,7 | 80 | 1,82 | 0,36 | 2,25 |
| 13 | 10 | 16 | 242,3 | 200 | 41,06 | 1,31 | 2,07 |
| 14 | 16 | 17 | 58,16 | 200 | 39,57 | 1,26 | 3,52 |
| 15 | 17 | 19 | 253,5 | 150 | 17,78 | 1,01 | 2,97 |
| 16 | 17 | 18 | 95,9 | 150 | 20,24 | 1,15 | 2,93 |
| 17 | 18 | 20 | 53,8 | 125 | 10,08 | 0,82 | 2,94 |
| 18 | 20 | 19 | 150,1 | 60 | 1,14 | 0,4 | 2,94 |
| 19 | 20 | 21 | 239,24 | 125 | 7,25 | 0,59 | 3,19 |

Suite du tableau VI.5:

| N° du tronçon | Noud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 20 | 21 | 22 | 297,3 | 100 | 3,78 | 0,48 | 2,88 |
| 21 | 19 | 22 | 397,1 | 175 | 15,87 | 0,66 | 2,59 |
| 22 | 21 | 24 | 265,5 | 80 | 0,41 | 0,08 | 0,15 |
| 23 | 24 | 23 | 87,5 | 80 | 2,94 | 0,59 | 2,49 |
| 24 | 18 | 23 | 415,72 | 150 | 8 | 0,45 | 1,55 |
| 25 | 24 | 25 | 401,2 | 60 | 0,47 | 0,17 | 0,79 |
| 26 | 23 | 25 | 264,9 | 80 | 2,13 | 0,42 | 3,01 |
| 27 | 28 | 27 | 301,2 | 100 | 4,5 | 0,57 | 3,98 |
| 28 | 26 | 27 | 191,7 | 125 | 6,43 | 0,52 | 2,55 |
| 29 | 26 | 34 | 91,1 | 175 | 13,5 | 0,56 | 1,91 |
| 30 | 34 | 32 | 340,1 | 100 | 5,41 | 0,69 | 2,64 |
| 31 | 32 | 33 | 203,2 | 80 | 0,95 | 0,19 | 0,69 |
| 32 | 34 | 33 | 575,3 | 100 | 4,25 | 0,54 | 3,58 |
| 33 | 31 | 33 | 495,8 | 60 | 0,34 | 0,12 | 0,45 |
| 34 | 31 | 32 | 203,3 | 80 | 1,61 | 0,32 | 1,8 |
| 35 | 31 | 29 | 97 | 100 | 1,43 | 0,18 | 0,48 |
| 36 | 30 | 29 | 100 | 80 | 3,04 | 0,61 | 2,84 |
| 37 | 28 | 30 | 123,5 | 60 | 0,57 | 0,2 | 1,11 |
| 38 | 28 | 29 | 416,8 | 60 | 0,72 | 0,26 | 1,73 |
| 39 | 16 | 31 | 90 | 100 | 0 | 0 | 0 |

Suite du tableau VI.5:

| N° du tronçon | Noud de départ | Nœud d'arrivée | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | | | m | mm | LPS | m/s | m/km |
| 40 | 27 | 25 | 14,29 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | R3 | 26 | 73 | 250 | 25,86 | 0,53 | 1,09 |
| 42 | 26 | 30 | 398,7 | 100 | 4,85 | 0,62 | 2,58 |
| 43 | 8 | 12 | 376,9 | 125 | 8,09 | 0,66 | 3,92 |
| 44 | 2 | 5 | 553 | 125 | 4,53 | 0,37 | 1,33 |
| 45 | 1 | 7 | 398,7 | 200 | 23,3 | 0,74 | 2,74 |
| 46 | 7 | 10 | 148 | 200 | 22,65 | 0,72 | 2,6 |
| 47 | 3 | 8 | 94 | 80 | 3,4 | 0,68 | 7,21 |
| 48 | 3 | 39 | 156 | 150 | 9,59 | 0,54 | 2,17 |
| 50 | 2 | 7 | 433,5 | 100 | 3,22 | 0,41 | 2,14 |
| 51 | 4 | 10 | 474 | 200 | 21,8 | 0,69 | 2,41 |
| 52 | 10 | 40 | 96 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 39 | 40 | 195 | 80 | 4,49 | 0,89 | 2,15 |
| 54 | 40 | 11 | 300 | 80 | 2,24 | 0,44 | 3,29 |
| 55 | 3 | 9 | 100 | 175 | 19,53 | 0,81 | 3,03 |
| 56 | 6 | 35 | 100 | 80 | 1,88 | 0,37 | 2,39 |
| 57 | R2 | 1 | 195 | 300 | 65,33 | 0,92 | 60 |
| 58 | R1 | 3 | 151,2 | 200 | 31,3 | 1 | 10 |

Remarque : On remarque aussi que dans le cas de pointe + incendie, les vitesses sont acceptables car elles sont presque entre 0,3 et 1,5 m/s

Tableau VI.6 : Charges et pressions dans le réseau :

| Noeud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| | m | LPS | m | m |
| 1 | 122.7 | 1,77 | 157,86 | 35,16 |
| 2 | 120.6 | 4,25 | 157,7 | 37,1 |
| 3 | 130 | 2,18 | 155,94 | 25,94 |
| 4 | 106.8 | 3,33 | 157,53 | 50,73 |
| 5 | 140 | 3,23 | 156,96 | 16,96 |
| 6 | 106 | 2,55 | 156,61 | 50,61 |
| 7 | 102 | 3,87 | 156,77 | 54,77 |
| 8 | 102.8 | 2,08 | 154,92 | 52,12 |
| 9 | 134.3 | 3,87 | 155,55 | 21,25 |
| 10 | 98 | 3,39 | 156,39 | 58,39 |
| 11 | 98 | 3,42 | 152,24 | 54,24 |
| 12 | 124.5 | 3,12 | 153,44 | 28,94 |
| 13 | 140.5 | 5,23 | 153,08 | 12,58 |
| 14 | 96 | 5,63 | 150,45 | 54,45 |
| 15 | 98.5 | 1,82 | 149,37 | 50,87 |
| 16 | 98 | 1,49 | 154,43 | 56,43 |
| 17 | 98.5 | 1,55 | 154 | 55,5 |
| 18 | 98.5 | 2,16 | 153,14 | 54,64 |
| 19 | 104 | 3,05 | 152,23 | 48,23 |
| 20 | 100 | 1,69 | 152,82 | 52,82 |

Suite du tableau VI.6:

| Nœud | Altitude | Demande | Charge | Pression |
|---------------------|----------|---------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| 21 | 130.5 | 3.06 | 152,06 | 21,56 |
| 22 | 130.5 | 19.65 | 151,2 | 20,7 |
| 23 | 112.6 | 2.93 | 152,5 | 39,9 |
| 24 | 118.2 | 2.88 | 152,02 | 33,82 |
| 25 | 106.5 | 2.6 | 151,7 | 45,2 |
| 26 | 94.6 | 1.08 | 134,87 | 40,27 |
| 27 | 102.8 | 1.93 | 134,38 | 31,58 |
| 28 | 98.5 | 3.21 | 133,18 | 34,68 |
| 29 | 92.6 | 2.34 | 132,46 | 39,86 |
| 30 | 92.7 | 2.37 | 133,04 | 40,34 |
| 31 | 92 | 3.38 | 132,41 | 40,41 |
| 32 | 91.5 | 2.85 | 132,78 | 41,28 |
| 33 | 86.7 | 4.86 | 132,63 | 45,93 |
| 34 | 90 | 3.84 | 134,69 | 44,69 |
| 35 | 106.8 | 1.88 | 156,37 | 49,57 |
| 39 | 103 | 1.7 | 155,6 | 52,6 |
| 40 | 100 | 2.25 | 153,23 | 53,23 |
| Réservoir R1 | 164 | -31.3 | 165,94 | 1,94 |
| Réservoir R2 | 216 | -65.33 | 217,86 | 1,86 |
| Réservoir R3 | 133 | -25.86 | 134,95 | 1,95 |

- On donne la même remarque citée dans le Tableau VI.4.

Conclusion :

Les résultats de la simulation du réseau de distribution projeté pour la ville de Sidi Aich sont très fiables, avec ces derniers nos conduites ne cour aucun risque, que se soit la corrosion ou bien dépôt de calcaire.

Chapitre VII

Outil de travail pour un branchement dans un réseau

Introduction :

Le développement, les extensions irrégulières des agglomérations et les caractéristiques des habitations rendent les habitudes de consommation de plus en plus difficiles à connaître et perturbent énormément la loi de consommation d'eau en fonction de la longueur des conduites. Malgré l'approximation faite sur la détermination des débits de dimensionnement, l'influence reste quand même très pertinente sur la détermination de la pression de service, qui est elle même variable dans le temps, dans chaque nœud.

Cette pression, paramètre hydraulique fondamental, est un outil de travail permettant de tracer la courbe caractéristique de chaque nœud en fonction du débit. Cette caractéristique permet, sur la loi de variation de la charge au nœud en fonction du débit, de connaître la capacité de nœud en terme de débit et de pression. Elle est semblable à celle d'une pompe.

A travers cette étude, différents cas de comportement de la pression au nœud par rapport à la pression demandée seront étudiés. 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 qui ne se fait pas actuellement en Algérie.

I- Caractéristiques nodales :

Un nœud d'un 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 charge engendrées par le débit distribué 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 pression.

Ainsi, un ingénieur gestionnaire 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.

II- Etude de la variation de la pression au point de branchement

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

La pression maximal absolu : 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 minimal horaire : qui correspond au débit maximum horaire.

Cette dépendance pression - débit n'est autre que la caractéristique du nœud qui ne pourra être qu'à partir d'une étude complète c'est-à-dire : étude du réseau pour Q_{\max}/h , Q_{moy}/h . Cette dépendance a l'allure suivante : [1]

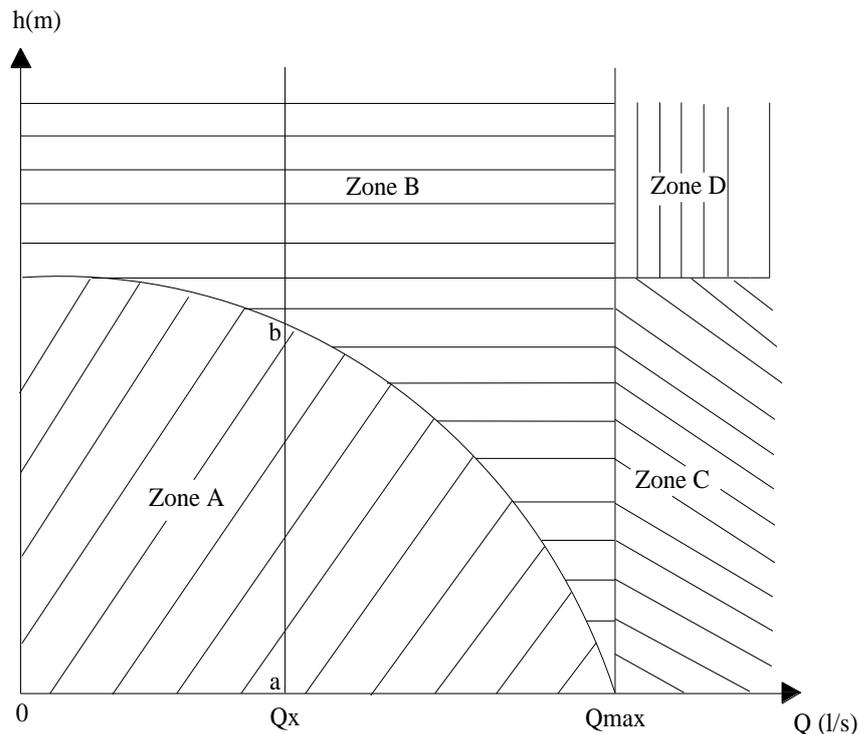


Fig.11 : Courbe caractéristique du nœud.

III- Corrélation courbe caractéristique – installation :

Une installation, à usage hydraulique, est raccordée à un réseau fonctionne dans une fourchette de couple débit – pression. 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 étudiés ci-après :

III-1- Le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$)

Du point du 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 de l'installation soit tolérable sinon il faut 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 H_x .

- (Q_x, H_x) sur la courbe caractéristique : les caractéristiques du réseau coïncident exactement avec celles de l'installation. C'est l'idéal.

III-2- Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$)

Deux cas auxquels l'ingénieur devra trouver de solution :

III-2-1- (Q_x, H_x) en zone C :

Les caractéristiques du réseau sont insuffisantes. La seule solution possible est de stocker l'eau aux heures creuse pour en disposer aux heures de pointe. 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 sont possible que si la grandeur H_x est située au dessous de la courbe caractéristique.

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

III-2-2- (Q_x, H_x) en zone D :

La seule solution est stocker dans des réservoirs bas sans pression aux heures creuses et créer

$Q_x ; H_x$ aux heures de pointe.

Résumons cette étude du couple débit – pression (tableau N°1 et N°2). [1]

- **Tableau VII.1** : 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 réseau > H_x avec excès | 1 | 1 | 2 0 |
| H réseau < H_x sans excès | 3 | 0 | 4 0 |
| H réseau = H_x | 5 | 1 ; 0 | 6 0 |
| H réseau < H_x | 7 | 0 | 8 1 |

Tableau VII.2 : 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 réseau > H_x | | 1 | 0 |
| H réseau < H_x | | 0 | 1 |

IV- 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 N°1).

L'étude du tableau N°1 nous dicte la conduite à tenir suivante :

- a- soit case 5 , 6 ou **H réseau = H_x (idéal)**.
- b- Soit case 3 , 4 ou **H 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 la pression).

Conclusion :

A travers cette étude, il a été 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 au cas par cas tous les piquages des gros consommateurs.

En fonction de la demande en eau et en pression de l'installation, différentes zones ont été considérées afin de situer la plage de compatibilité de fonctionnement de l'installation.

Cette étude est d'un intérêt pratique important, car elle permet de prévoir et de limiter le dysfonctionnement des installations voire même leur endommagement.

Avec ces courbes caractéristiques, le gestionnaire sera en possession d'un carnet des nœuds de son réseau lui permettant d'ordonner des piquages sans aucune répercussion éventuelle sur le rendement du réseau.

Cette étude trouve également son utilité lors de l'utilisation des surpresseurs afin d'éviter leur surdimensionnement qui est synonyme d'une surconsommation en énergie électrique.

Chapitre VIII

Pose de canalisation

Introduction:

Le rôle d'une canalisation est de pouvoir transporter un débit souhaité en résistant aux surpressions et aux dépressions éventuelles, et aux flexions longitudinales (dus à son propre poids, au poids de l'eau, à celui des terrains et aux surcharges roulantes) et à l'agressivité des sols.

La pose des conduites est d'une importance majeure vu les conséquences que peut engendrer une mauvaise installation de ces dernières.

La stabilité des ouvrages et la durée d'exploitation de réseau et l'adduction reposent sur une pose convenable.

Dans la plupart des réseaux, on distingue la pose en terre, en galerie, en élévation au dessus du sol, dans le lit d'une rivière.

I- Différentes poses de la canalisation :

I-1- Pose en terre :

I-1-1- Exécution et aménagement de la tranchée :

La canalisation doit assurer pendant de très longues années un service sans défaillance. La profondeur de la tranchée doit être suffisante pour que la conduite soit à l'abri de gel, compte tenu des conditions climatiques, et ne subisse pas l'action trop directe des charges roulantes lorsqu'elles existent. La largeur de la tranchée est en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, les matériaux constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose.

Une canalisation enterrée supporte sa masse propre et se trouve soumise à des efforts importants dus à :

- La masse d'eau ;
- La masse du remblai ;
- Des charges roulantes quand elles existent.

Il importe de choisir dans chaque cas particulier les engins, les matériels les mieux adoptés, de manière à obtenir leur meilleurs rendements et la plus grande rentabilité.

Pour bien effectuer la pose en terre, on doit :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placés sur le coté de la tranchée, de façon à éviter leur chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Nivelier soigneusement le fond de la fouille pour que la pente soit constante entre les points de changement de pentes prévus, ne pas oublier les légères pentes indispensables en terrain horizontal. Ce nivellement exige d'autant plus de soin que la pente est plus faible.

- Eviter de placer les tuyaux sur tasseau, ceux-ci concentrent les efforts d'écrasement, et de plus, leur emploi fait travailler les tuyaux à la flexion.
- Préparer un fond de fouille bien rectiligne, de manière que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur. Plus le tuyau est d'un diamètre important plus la surface d'appui doit être soignée et aménagée pour épouser la forme du tuyau. L'idéal est un lit présentant un angle d'appui de 90°.

En sol rocheux, on approfondit la tranchée de 15 à 20cm en dessous de la cote définitive. On rétablit ensuite le niveau en confectionnant un lit de pose bien damé avec de la terre meuble, du sable, du gravier ou de pierres carrées en petits éléments (passant dans un anneau de 5cm de diamètre).

Dans les pentes et dans les terrains argileux, où l'eau ruisselle ou s'accumule, on confectionne un lit de pose avec gravier ou des pierres cassées (passant à l'anneau de 5 cm) pour assurer un drainage correct.

Lorsque la canalisation traverse des terrains dont l'assise du sol n'est pas dure, il est recommandé de prévoir un lit de béton maigre reposant au besoin sur des pieux battus.

- **Réalisation des tranchées**

La section transversale de la tranchée dépend de :

- La profondeur.
- La longueur.
- Le coefficient de talus.

a. Profondeur

La profondeur de la tranchée se détermine par :

$$H=H_1+D+H_2$$

H : Profondeur de la tranchée en (m) ;

H₁: Epaisseur du lit de pose (0,10 à 0,15m)

D : Diamètre de la conduite ;

H₂: Distance au dessus de la génératrice supérieure de la conduite (0,60 à 1,20m)

b. Largeur

La largeur est fonction de diamètre de la conduite, on doit laisser 0,30m de part et d'autre de la conduite.

$$L=D+2. 0, 30$$

Où :

L : largeur de la tranchée en (m)

c. Coefficient du talus

Pour garder la stabilité du talus de la tranchée durant les travaux de pose des conduites on définit le coefficient du talus, qui est en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Tableau VIII.1 : Choix du coefficient du talus :

| sols | profondeur de la tranchée | |
|----------------|---------------------------|------------|
| | jusqu'à 1,5 m | jusqu'à 3m |
| sable | m=0,5 | m=1 |
| limon sableux | m=0,25 | m=0,67 |
| limon argileux | m=0 | m=0,5 |

Dans notre cas le sol est limon argileux d'où le coefficient de talus $m = 0$.

I-1-2- Pose de la conduite :

Les éléments d'une canalisation forment une chaîne. Si un seul élément mal posé ou un joint défectueux, constituent un point faible préjudiciable à la qualité de la conduite entière.

On doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger (terre, pierre, chiffon,...etc.) ne se trouve à l'intérieur des tuyaux.

Lorsque les tuyaux en sont dotés, on vérifie le bon état des revêtements intérieurs et extérieurs, en cas de détérioration, on met à coté le tuyau défectueux pour réparation du revêtement ou coupe de la partie abîmée.

On utilise un engin de levage, de puissance et de dimensions suffisantes pour la pose des conduites.

Toute les opérations de pose doivent être conduites dans l'ordre avec méthode et en s'attachant à sauvegarder la propreté.

Au cours de la pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux. S'il est nécessaire de coller les tuyaux pour les aligner, on emploie de la terre meuble ou du sable. A chaque arrêt de la pose on bouche les extrémités de tronçon de conduite en attente à l'aide de tompons solidement fixés pour éviter l'introduction de corps étrangers ou l'entrée d'animaux qui pourraient y périssent.

Les différents lits de pose sont représentés dans la figure **Fig.12** .

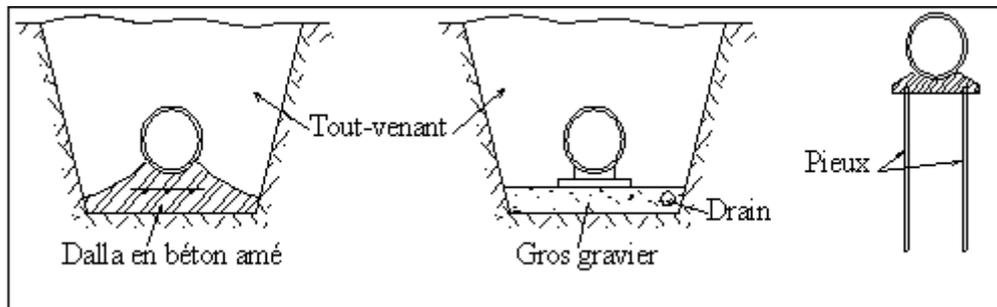


Fig.12 : Différents lits de pose.

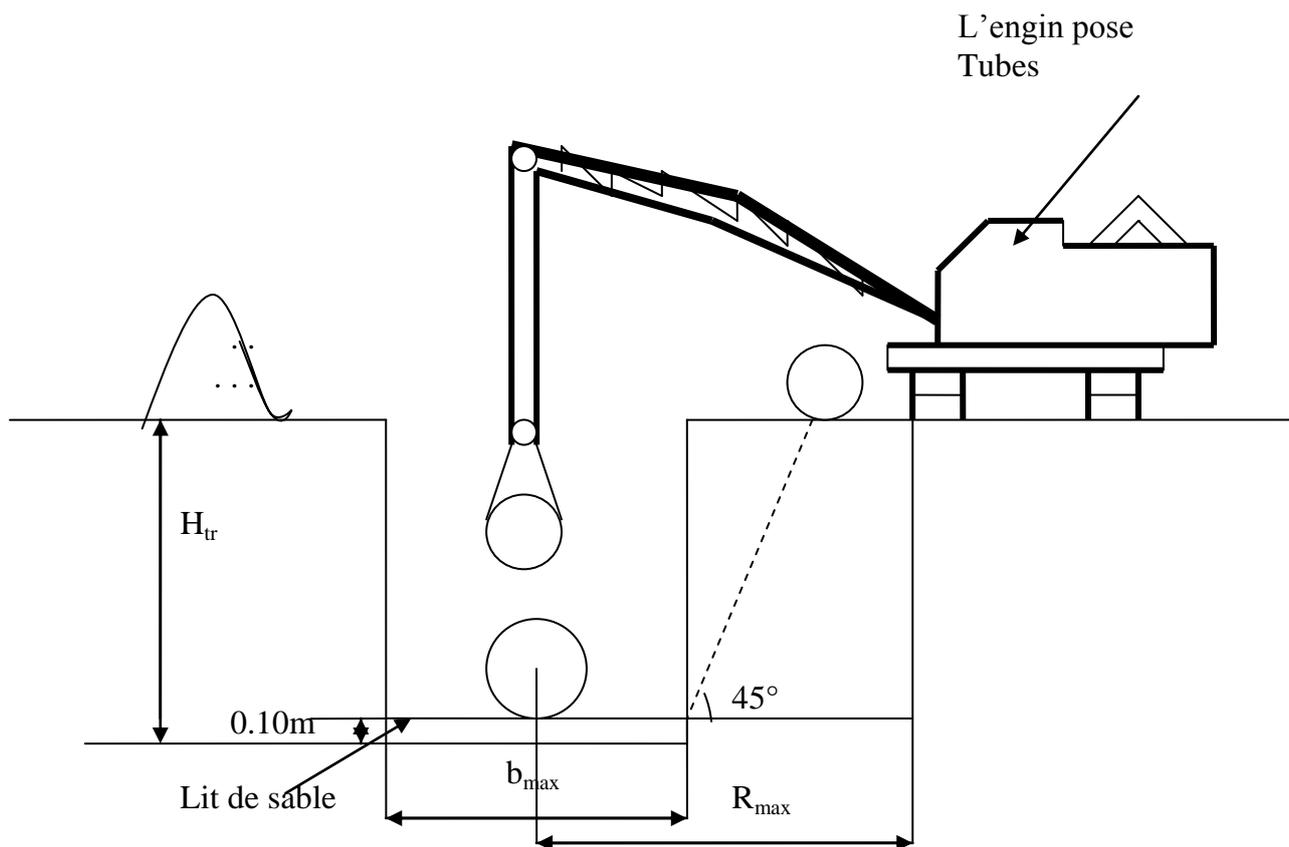


Fig.13 : Pose de la conduite dans la tranchée.

I-1-3- Remplissage :

Le remplissage de la conduite exige l'évacuation complète de l'air. On remplit la conduite lentement, avec un débit de l'ordre de $1/20$ à $1/15$ de son débit prévu. Cette précaution est indispensable pour donner à l'air le temps de s'accumuler au point haut et enfin de s'échapper par les ventouses.

On veille à l'ouverture des robinets-vannes placés à la base de ces appareils.

On utilise des robinets-vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau.

S'il s'agit d'une conduite de refoulement, se servir de pompe pour remplir par le bas, en limitant le débit à la valeur indiquée ci-dessus.

I-1-4- Essai hydraulique :

Avant de remblayer la tranchée, on effectue un essai à l'aide d'une pompe d'épreuve.

On remplit la conduite d'eau, on lui applique une pression d'essai égale à la pression à laquelle sera soumise majorée de 50 %, la variation de la pression doit rester à 0,2 Bars.

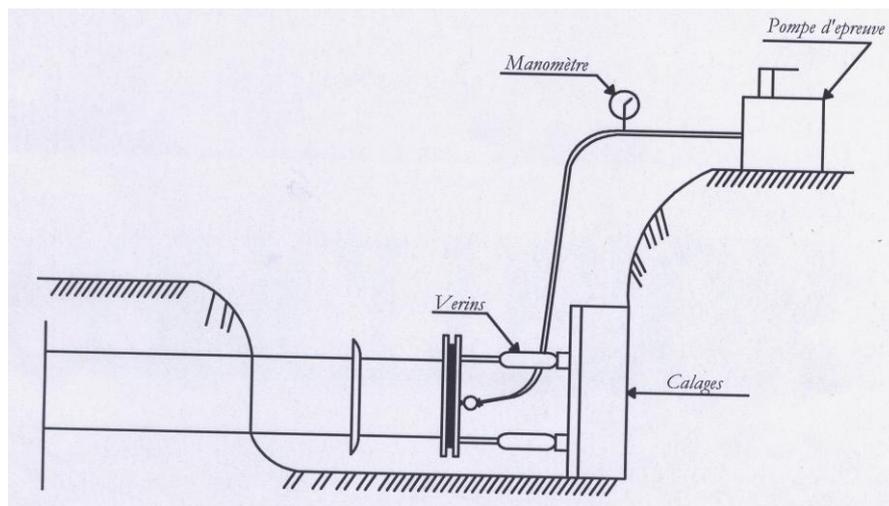


Fig.14 : Essai hydraulique.

I-1-5- Remblayage :

Le remblayage fait partie des opérations de pose. Il forme le lit dans lequel repose la canalisation et le milieu en contact direct avec elle. Il doit donc être soigné, et son exécution est confiée à des ouvriers expérimentés.

Un remblai correctement effectué double la résistance de la conduite aux charges extérieures.

Pour obtenir un bon remblai, on utilise une terre purgée de pierres, fortement damée par des petites couches sous le tuyau et sous ses flancs. On poursuit jusqu'à obtenir une couche bien damée de 20cm au dessous de la génératrice supérieure. Cette façon d'opérer évite tout tassement ultérieur du terrain autour de la conduite.

En terrain agressif, on emploie comme remblai, une terre chimiquement neutre, ou mieux, une terre dont on aura rendu la réaction alcaline par addition de chaux.

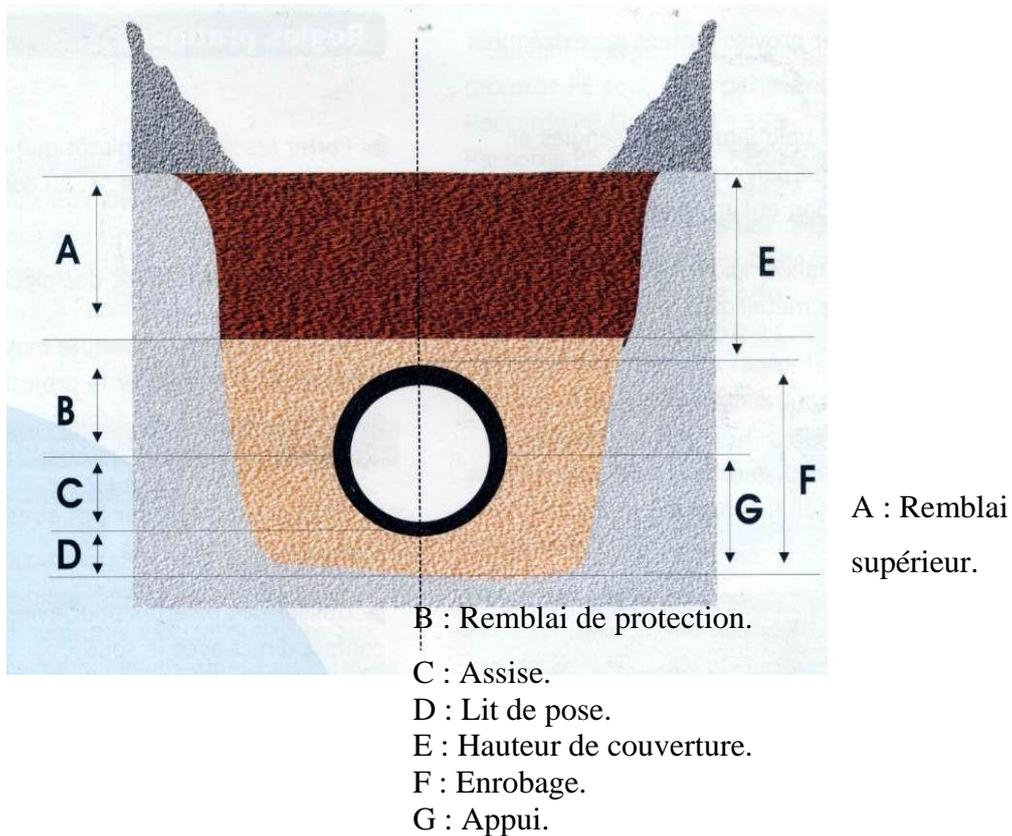


Fig.15: Remblayage des fouilles.

II- Franchissement des points spéciaux :

Lors d'exécution des travaux, la conduite traversera quelques points spéciaux.

On citera :

- Traversées de route
- Traversée de rivière

II-1-Traversée de route :

En raison des charges à supporter qui peuvent causer des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, la canalisation sera introduite à l'intérieur d'une buse de diamètre supérieur, ce qui la préservera des vibrations et des surcharges qui pourraient être les causes des infiltrations, par suite de fissures.

II-2- Traversée de rivière :

En fonction de la traversée et de l'importance de l'adduction, la pose de conduites à travers un oued demande certains travaux confortatifs. Deux cas peuvent se présenter :

- Premier cas : l'existence d'une route servira également à supporter la conduite d'adduction ;
- Deuxième cas : si le pont route n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux (tasseau), et pour la protéger on utilise des conduites de diamètre supérieur ou des gravillons sur les deux cotés de la Conduite.

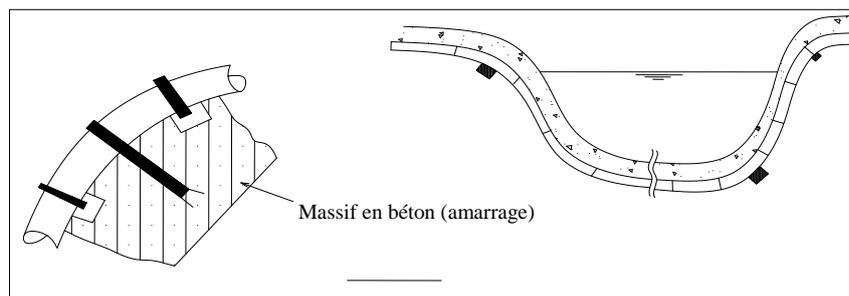


Fig.16: Traversée de la rivière.

II-3- Butées :

Sous la poussée de l'eau, les branchements ou le cas d'un changement de direction, il y a risque d'un déboîtement des joints dans les parties soudées ou à la rupture des soudures.

Pour remédier à cela, on prévoit, la construction de massifs en béton, qui, par leur poids, s'opposent aux déboitements et aux ruptures.

On distingue :

- Butée sur un branchement ;
- Butée sur un coude horizontal ;
- Butée sur un coude vertical ;
- Butée d'extrémité en vue d'un essai hydraulique (voir **Fig.14**)

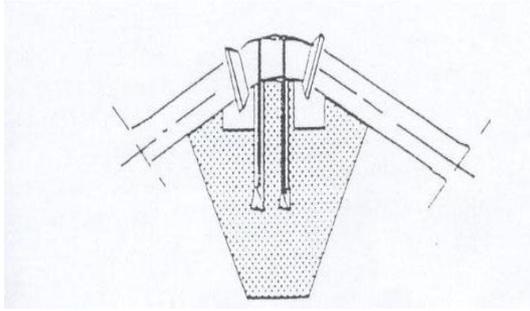


Fig.17 : Butée sur un coude vertical.

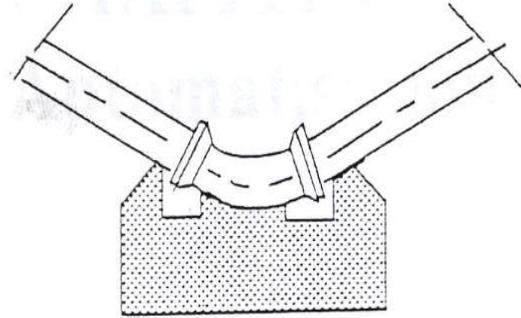


Fig.18 : Butée sur un coude horizontal.

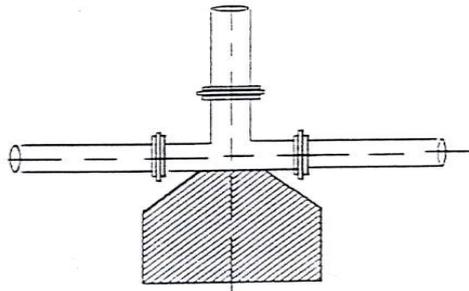


Fig.19 : Butée sur un branchement.

III- Équipement du réseau de distribution :

III-1- Type de canalisation :

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD, les diamètres utilisés varient entre 60mm et 250 mm.

III-2- Appareils et accessoires du réseau :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

A- Robinets vannes :

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux.

Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille »

Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

B- Bouches ou poteau d'incendie:

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 17(l/s) avec une pression de 10 mce (1 bar).

Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.

C- Clapets :

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu.

On peut utiliser comme soupape pour éviter le choc à la forte pression.

D- Ventouses :

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points le plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydraulique. Les ventouses ont pour formation spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air.

E- Robinets de vidange :

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

F- Bouche d'arrosage :

Ce sont des bouches situées aux alentours des jardins.

G- pièces spéciales de raccord :

1- **les Tés** : utilisés pour le raccordement des canalisation secondaires sur la canalisation principale.

2- **les coudes** : utilisés en cas de changement de direction.

3- **les cônes de réduction** : ce sont des organes de raccord en cas de changement de diamètre.

Chapitre IX

Protection et Sécurité de travail

Introduction :

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers ; production et surtout humain.

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise.

Dans ce contexte qu'un certain nombre de dispositifs de consignes et de règlements dits (sécurité) sont mis à la disposition des chantiers.

Ces règlements sont incotés stablement appliquées. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeant du chantier.

Le domaine hydraulique, couvre un large éventail d'activité qui est différent par leur nature et leur importance tout en présentant des caractéristiques communes.

- travaux d'excavation et de terrassement.
- Creusement de puits.
- Construction en bois, briques, pierres, béton ou en éléments préfabriqués.

Ce qui distingue ces différentes activités des autres branches de l'industrie ce sont :

- L'instabilité des lieux de travail et la variation des durées des chantiers.
- Les modifications intervenant au fur à mesure de l'avancement des travaux.
- L'utilisation d'une importante main-d'œuvre sans qualification.

I- Analyse des actions et conditions dangereuses pendant l'organisation de la construction du système d'AEP :

Les enquêtes effectuées après tous les accidents montrent que ces derniers sont dus à plusieurs causes qui engendrent plusieurs facteurs classés en deux catégories.

I-1- Facteur matériel :

Les conditions dangereuses susceptibles d'évaluer au cours du travail.

Les causes d'accidents d'origine matériel proviennent de :

- la profession en général et du poste de travail en particulier.
- La nature et la forme des matériaux mis en œuvre.
- Des outils et machines utilisés : implantation et entretien.
- L'exécution du travail : l'éclairage et conditions climatiques.
- Conditions d'hygiène et de sécurité : ventilation, protection..

I-2- Facteur humain :

Les conditions d'origine humaine sont :

- intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- N'avoir pas utilisé l'équipement de protection individuelle.
- Imprudence durant les opérations de stockage et manutention.
- Adopté une position peu sûre.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

II- Mesure préventives pour éviter les causes des accidents :

II-1- Protection collective :

a- Engins de levage :

La grue, pipelayers et d'autres engins par leurs précisions et possibilités de manutention variées constituent le poste de travail où la sécurité n'admet pas moindre négligence alors le technicien responsable veillera à :

- affecter des personnels compétents.
- Remblayer le plus rapidement possible les pentes de talus, des fouilles longeant la voie, dès que l'ouvrage sort de la terre.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

b- Equipement de mise en œuvre du béton :

Pour cet équipement vu son rôle important, le responsable en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Orientation rationnelle de la bétonnière.
- Implantation sérieuse et précise de tout équipements (silo, goulettes...etc.)
- Affectation rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.
- Application stricte des règlements de sécurité.

c- Appareillages électriques :

Pour limiter, si non éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doivent être que par des électriciens qualifiés.

II-2- Autres protections :

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sur route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chutes de personnes et d'engins).

- Eliminer les surcharges en bordures des fouilles.
- Les travailleurs oeuvrent à la pioche ou à la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

II-3- Protection individuelle :

Les dispositifs de protection individuelle (casque, gant, chaussures, lunettes protectrices,...etc.) sont indispensables pour la protection contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions.

Chapitre X

Protection des conduites contre la corrosion

Introduction :

Dans l'exploitation des systèmes hydrauliques (alimentation en eau potable) les ingénieurs sont confrontés au problème récurrent de la corrosion, qui nuit au bon fonctionnement de ces systèmes. Dans cette optique, la protection des conduites doit être envisagé pour lutter contre ce phénomène.

I- La corrosion :

I-1- Généralité :

La corrosion est définie comme étant l'attaque du métal, due à des phénomènes extérieurs et intérieurs, qui sont en liaison soit avec la nature du sol soit avec les installations électriques, situées au voisinage du réseau soit aussi avec la nature de l'eau transportée.

Toute fois, dans le domaine qui nous concerne, la corrosion est liée directement au phénomène électrochimique, s'agissant d'un échange d'électron en présence d'autre électrolyse. D'où il y a dissolution du métal.

En général, ce phénomène peut endommager la conduite par perforation, c'est pourquoi nous sommes appelés à attacher, une grande importance à cette corrosion et plus particulièrement les conduites en acier, lesquelles ordinairement sont plus vulnérables, pour cela nous allons considérer la protection externe et interne des conduites d'adduction et de distribution. [2]

I-2- Les facteurs de la corrosion :

La corrosion peut être causée par plusieurs facteurs parmi lesquels, nous avons :

- **L'eau :**

Les eaux distribuées ne sont jamais dans des conditions d'équilibre parfait. Les eaux sont soit agressives, soit incrustantes.

Si les eaux sont agressives, de défauts ou malfaçons du revêtement intérieur, peuvent favoriser la localisation et l'accélération des phénomènes de corrosion.

La nature des ressources en eau peut se changer et, une eau précédemment incrustante peut devenir agressive ,c'est-à-dire qu'après dissolution de la couche calcaire précédemment formée, la corrosion intérieure se généralisera si, aucune mesure de protection n'a été préalablement prise.

Le lecteur trouvera les moyens de rectifier la qualité de l'eau, pour éviter ces inconvénients. Enfin, les conduites peuvent être agressées par corrosion interne due à des phénomènes électrochimiques locaux, entraînant à des endroits donnés, une diminution rapide de l'épaisseur des conduites.

- **Le PH :**

Le PH est un facteur qui agit considérablement sur les métaux, il est très corrosif envers l'acier si, sa valeur est inférieure à 10, donc nous avons intérêt à augmenter le PH de l'eau circulant dans les canalisations (en acier surtout) tout en veillant sur son oxydation, à fin de diminuer la corrosion.

- **La température :**

Les fortes variations de la température entraînent l'accélération de la corrosion. On admet donc, pour une variation de 30°C, le taux de corrosion est multiplié par deux.

- **Le métal :**

Parmi les métaux, l'acier qui est le plus vulnérable à la corrosion par rapport aux autres. Il est conseillé de mettre un enduit spécial à la conduite en acier, à sa partie intérieure.

- **La vitesse de l'eau :**

L'excès de vitesse de l'eau dans les conduites, peut contribuer à la destruction du précipité calcique protecteur, il provoque une détérioration des canalisations.

- **L'homme :**

L'homme aussi a sa part à la détérioration des canalisations, en effet, il intervient :

- Dans la qualité de la conduite et le choix de remblai.
- La mauvaise installation des joints qui perturbe la circulation de l'eau.

- **Hétérogénéité du terrain :**

La traversée des terrains des natures différentes par une conduite, peut être influencée sur la corrosion de cette dernière. Ceci induit à des différents électrolytes ; et la différence de potentiel du métal par rapport à cet électrolyte va varier. D'où la corrosion de la conduite va se déclencher.

- **Hétérogénéité du métal :**

L'assemblage des métaux des natures différentes peut aussi encourager la corrosion. Etant donné que la différence de potentiel de ces métaux est différente, il peut s'établir par conséquent, une circulation d'électrons à l'intérieur de métaux surtout au niveau de leur liaison, le courant électrique ainsi établi, sort du métal en direction d'électrolyte et le métal se corrode.

I-3- La corrosion interne :

Liée à la qualité de l'eau et à ses différentes caractéristiques la corrosion interne (voir Fig.20) peut provenir:

- du pH, du taux d'oxygène dissous, de l'écart par rapport à l'équilibre calcocarbonique ;
- de l'oxydation d'ions ferreux en ions ferriques principalement avec une eau douce, acide ou désaérée. Une coloration noire de l'eau est liée à la présence de Manganèse. Ce phénomène, qui génère une eau rouge et des dépôts, est fréquemment constaté sur les conduites en fonte grise et en acier non revêtues.

- du développement d'un biofilm bactérien sur les parois affectant inévitablement tous les types de conduites.

De plus, la corrosion des conduites et la formation de dépôts sont favorisées :

- par une stagnation de l'eau dans le réseau, notamment dans les conduites en antenne, les zones soumises aux variations saisonnières importantes de population et les canalisations surdimensionnées
- par une turbidité et des concentrations en ions métalliques élevées.



Fig.20 : Corrosion interne.

Des risques de contamination sont à craindre lorsque le biofilm se développe ou lorsqu'une plus forte consommation de chlore est enregistrée.

Ces phénomènes de corrosion interne peuvent entraîner une diminution du diamètre intérieur de la paroi liée à l'existence de dépôts et une fragilisation de la structure interne de la canalisation.

I-4- Corrosion externe :

La corrosion externe correspond à un échange d'ions entre le sol et la paroi de la conduite, avec des origines diverses telles que :

- les courants « vagabonds » du sol, générés par la proximité d'installations électriques en courant continu (voies de chemin de fer, tramways, ouvrages miniers,...), augmentent les risques de corrosion des canalisations métalliques qui sont d'excellents conducteurs. En l'absence de protection, le phénomène de corrosion externe est accéléré ;
- l'hétérogénéité du sol : plus la texture du sol est fine, plus il retient l'eau et plus la corrosion est importante. L'évaluation de la corrosivité du milieu ambiant est définie sous la norme AFNOR NF 250 « Evaluation de la corrosivité des sols vis-à-vis des canalisations en matériaux ferreux » ;
- l'hétérogénéité de surface : lors de mauvaises conditions de pose des canalisations, une partie de la pellicule superficielle d'oxyde peut être enlevée, entraînant une discontinuité et la création d'un phénomène de pile électrique;
- l'hétérogénéité de contact : la présence de différents métaux, soit au niveau des raccordements de canalisation, soit au niveau des colliers et des vannes des branchements peut aussi générer des phénomènes de pile électrique.

En outre, le phénomène de corrosion peut interagir avec d'autres faits gênants - l'entartrage, la prolifération et fixation bactérienne dans les réseaux - qui aggravent souvent l'attaque des matériaux.



Fig.21 : Corrosion externe.

II- Protection des conduites contre la corrosion

II-1- Corrosion externe :

Si une protection appropriée n'est pas envisagée la tuyauterie peut se détruire du fait des perforations en forme de caractère ou attaque sous forme de couche de rouille.

La conduite peut être protégé comme suite :

- Revêtir convenablement les tuyaux d'une enveloppe isolante (mélange de bitume et de soie de verre imprégnée)
- assurer au droit des joints une parfaite continuité de l'enrobage.
- poser la conduite de façon à éviter la détérioration de cette protection.
- Eviter la formation des pille géologique.

II-2- Protection cathodique :

La mesure de la résistivité permet de se prononcer sur l'agression du sol et de l'eau sur la conduite, cette protection s'impose dès que la résistivité moyenne du sol est inférieure à 50Ω/m

Principe de protection cathodique :

Former avec un métal plus électro-négatif que le fer, une pile où le fer jouera le rôle de la cathode, ou bien :

- Relier la conduite d'une part à la source d'énergie électrique extérieure, et d'autre part à une anode enterrée dans le sol destinée à se corroder. [5]

II-3- protection cathodique par anode réactive ou consommable :

Elle consiste à relier de place en place, la conduite à une pièce de métal plus électro-négatif que le fer, de manière à former des piles où la conduite formera le rôle de la cathode.

Les anodes réactives sont de 15 à 30Kg que l'on enfouit dans le sol à 3m de la conduite. Elles sont disposées dans les terrains agressifs. Pour vérifier le potentiel, on dispose de borne de contrôle.

Le nombre d'anode à prévoir est :

$$n = S \cdot i / I$$

Avec :

S : surface de la canalisation à protéger (m²)

i : densité du courant de protection.

I : densité du courant de l'anode (m.A) = 250mA

II-4- protection cathodique par soutirage du courant :

Elle consiste à partir d'une source de courant continu, à relier la conduite à la borne négative de cette source. La borne positive est reliée à une prise de terre formée de vieux rails enfouis dans un milieu humide distant de 100m de la conduite. Les vieux rails se dissolvent anodiquement quand le courant quitte la prise de terre afin de rejoindre le pôle négatif de la source électrique en passant par la conduite. En présence de courants vagabonds cette méthode protège bien les conduites.

II-5- corrosion interne des conduites :

Elle est due à l'agressivité de certaines eaux. Les eaux fortement minéralisées provenant des dépôts sur les parois de la conduite, surtout quand la vitesse d'écoulement est faible, il en résulte des perforations, pour pallier à ce phénomène, il faut :

- Eviter les faibles vitesses d'écoulement.
- Revêtir soigneusement les conduites intérieurement.
- Chasser l'air aux points hauts de la canalisation.
- La pose doit se faire avec soin

Conclusion :

La protection cathodique est un moyen efficace (économiquement que pratiquement) de lutte contre la corrosion des conduites.

La protection cathodique n'est pas utilisée seulement pour les conduites nues mais aussi pour celles revêtues sachant qu'un défaut de revêtement dans un endroit de la conduite peut provoquer des dégâts plus rapides que pour la canalisation nue.

En fin l'efficacité de la protection cathodique est fonction du respect des critères de protection et de contrôle des équipements.

Chapitre XI

Gestion et suivi du réseau

Introduction :

La gestion d'alimentation en eau potable nécessite d'accomplir avec exactitude un ensemble de tâches. L'objectif est d'assurer le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable et de garantir à chaque usager une desserte en continue et en toute circonstance, dans les bonnes conditions de qualité, de pression.

Dans cette optique d'assurer la gestion technique et économique des systèmes d'alimentation en eau potable, la notion de gestion, maintenance, et exploitation, et les opérations d'entretiens et de contrôles à effectuer sur les ouvrages et les installations du système d'alimentation en eau potable seront élaborés dans ce qui suit.

I- La gestion des forages :

Pour exploiter correctement un captage d'eau souterraine, on doit impérativement considérer que le captage et le pompage sont indissociablement liés. On ne serait en aucun cas de gérer l'un sans l'autre. Trois conditions essentielles pour assurer la gestion de cet ensemble particulier que constituent le captage et son pompage.

I-1- Adapter la pompe au captage :

Il est fondamental que l'ouvrage soit équipé en fonction de ses caractéristiques propres, identifiées à la vue des résultats des pompages d'essai, et non en fonction des besoins à couvrir qui se réalisent après le nettoyage, ou le développement d'un ouvrage.

La surexploitation d'un captage entraînera inévitablement des phénomènes graves d'ensablement, de corrosion, de colmatage, etc. Il convient soit de réaliser d'autres ouvrages d'appoint dont on pourra fixer les consignes d'exploitation qu'après avoir réalisé des essais, soit d'augmenter les capacités de stockage par la création du réservoir.

La pompe est un élément essentiel du captage. Elle doit être dimensionnée en fonction de nombreux critères :

- caractéristiques du réseau d'exhaure (forage directement connecté au réseau après une simple chloration, au forage alimentant en eau brute une installation de traitement) ;
- équipement de l'ouvrage, position des crépines, localisation de la chambre de pompage, diamètre des équipements, etc.
- caractéristiques hydrogéologiques locales, position du niveau piézométrique, du niveau dynamique, du régime de pompage prévisible ;

- NPSH de la pompe, en particulier pour les ouvrages dont le niveau dynamique est très bas (aquifère peu épais, risque de vortex) ;
- Risque d'interférence avec d'autre forage au sein d'un champ captant ;
- Position géographique du captage par rapport aux unités de traitement, l'installation de limiteurs de débit permet notamment de minimiser les oscillations du niveau de la nappe en exploitation.

Le pompage d'essai permet de déterminer :

- Les caractéristiques de complexe aquifère/ouvrage, avec la courbe caractéristique

$$S = f(Q)$$

Tel que :

S : est le rabattement (m)

Q : le débit (m³/s)

- Les paramètres hydrodynamiques, S et T, calculés d'après les pompages d'essai de longue durée

S : coefficient d'emmagasinement

T : transmissivités.

- les conditions d'exploitation de l'ouvrage.
- L'évolution des rabattement en fonction du débit et du temps pour une exploitation de longue durée.

I-2- La connaissance des paramètres patrimoniaux :

La connaissance des données patrimoniales est un élément essentiel pour une bonne gestion. Les paramètres d'exploitation de l'ouvrage doivent absolument être mis à la disposition des exploitants. Des sorties sur papier permettent de disposer de toutes les variables de l'ensemble des forages au sein de chaque champ captant. Ces données regroupent notamment :

- La coupe technique de l'ouvrage,
- Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau,
- La position du niveau statique et du niveau dynamique à différents débits (courbe caractéristique),
- Le débit spécifique de l'ouvrage,

- La position de la pompe et ses caractéristiques,
- Le débit d'exploitation maximum à ne pas dépasser, etc.

Un exploitant ne peut pas gérer correctement ces captages sans avoir connaissances de ces informations patrimoniales. A défaut de cette information de base, aucune surveillance n'est possible et par suite, aucun entretien préventif.

I-3- Les équipements techniques :

Pour juger de bon fonctionnement d'un captage d'eau souterraine et déceler une anomalie, il est nécessaire que l'installation soit pourvue d'un minimum d'équipements techniques, au demeurant peu onéreux. Conformément aux recommandations des agences de l'eau, ces appareillages sont,

Pour les équipements de pompage :

- un compteur d'eau.
- Un compteur horaire par pompe.
- Un ampèremètre par pompe.
- Un voltmètre.
- Un manomètre.
- Un dispositif de protection des pompes contre le désamorçage.
- Une prise d'échantillon pour analyses.

La pratique montre également qu'il est nécessaire que le captage soit équipé, au refoulement de la pompe, d'un piquage permettant d'évacuer l'eau pompée sans passer dans le réseau. Ce dispositif permet notamment de faire des essais de pompage divers, de stériliser le puits et d'évacuer l'eau, etc.

Pour le captage lui-même

- Un tube piézométrique permettant, à condition de disposer d'une sonde de niveau, de vérifier les différents niveaux de la nappe (statique et dynamique).
- Eventuellement, un capteur de pression qui transmettra les mêmes indications que ci-dessus, mais sous une forme permettant une exploitation informatisée.

Il convient également que le captage soit nivelé de manière à pouvoir disposer des cotes piézométriques dans un ensemble cohérent de données.

II- Maintenance :

La maintenance est un ensemble des mesures servant à préserver l'état initial ainsi qu'à constater et évoluer l'état réel des dispositifs techniques, d'un système d'alimentation en eau potable: en procédant régulièrement aux opérations d'entretien, d'inspection et de remise en état. On distingue deux types de la maintenance :

II-1- La maintenance préventive :

Elle comporte toutes les opérations de contrôles et d'entretien que l'on effectue sur les ouvrages ou leurs équipement, pour la maintenir en bon état de fonctionnement.

La maintenance préventive est une opération programmée et en se basant sur la définition de la maintenance préventive on peut distinguer trois concepts principaux :

II-1-1- L'entretien courant :

Cela concerne les opérations qui interfèrent le plus souvent avec le fonctionnement quotidien de l'installation telle que les mesures de surveillance, de contrôle, et de détections des anomalies (bruit, fuites etc....)

II-1-2- L'entretien préventif systématique :

Il s'agit d'un programme minimum obligatoire dans la mesure ou :

- Son coût inférieur aux dépenses de dépannage ou de renouvellement.
- Sa mise en œuvre est indispensable pour assurer aux équipements une durée de vie normale.

II-1-3- L'entretien préventif exceptionnel :

On entend par un entretien préventif exceptionnel un entretien préventif non systématique, c'est-à-dire qui n'a pas été programmé longtemps à l'avance (démonter une pompe de forage à la suite d'une baisse significative des performances par exemple).

II-2- La maintenance curative :

Elle consiste à la remise en état d'un équipement ou d'une installation à la suite d'une défaillance ou à une mise hors service accidentelle totale ou partielle.

Ces interventions sont généralement caractérisées par un haut degré d'urgence.

Les pannes peuvent être dues :

- A un défaut d'entretien sur l'ouvrage,
- A la vétusté du matériel, ou réseau, au quel cas l'entretien préventif peut s'avérer inopérant,
- A une défaillance des systèmes et organes de protection de l'appareil.

La mise en œuvre d'une maintenance curative efficace nécessite :

- Une parfaite connaissance des installations à dépanner (plan à jour des installations, fiches techniques des matériels, catalogues et monocultures des pièces de échanges, etc.
- Du personnel qualifiée.

III- Gestion technique et suivie général des installations (pour un captage par forage) :

La gestion d'un forage ou d'un champ captant nécessite un suivie général des installations et des équipements qui les composent pour les maintenir le plus possible.

Pour cela, les opérations de contrôles, de suivies et d'inspections seront détaillées dans ce qui ce suit :

a) Contrôles hebdomadaires :

- Etanchéité de la fermeture des trappes
- Etanchéité de la fermeture de la tête du puits
- Mesure des niveaux statique et dynamique.

b) Contrôles semestriels :

- Affaissement de terrains contournant les forages.
- Comparaison du niveau de forage et du niveau d'eau et du piézomètre de contrôle.
- Mesure des prélèvements et niveau.
- État de fonctionnement de l'installation.
- Aération, état des grilles d'aération
- Hauteur de remplissage du matériau filtrant.

- conduites et robinetteries : étanchéité, corrosion, peinture, fonctionnement des organes de robinetterie.

Les opérations de contrôle et inspection pour les machines tournantes et installations électriques sont :

- Contrôle hebdomadaires :
 - Étanchéité des pompes, vannes, robinetterie, presse étoupe et conduite,
 - Remplissage d'air des réservoirs anti-bélier
 - Fonctionnement des réservoirs électriques.
- Contrôles mensuels :
 - Essai de fonctionnement des équipements de secours et auxiliaires, fonctionnement des organes de robinetterie tel que réducteur de pression soupape de sécurité, manostats et clapet
 - Fonctionnement et indication de l'installation de télécommande et télétransmission.
- Contrôles annuels :
 - Révision générale de l'ensemble de l'installation électrique, en particulier l'appareillage de commande. L'isolement des enroulements des moteurs et de la mise à la terre.
 - Installation de mesure selon la sensibilité et les instructions du constructeur,
 - Compteurs généraux.

IV- Vieillessement et traitement des forages :

Malgré toutes les protections et tous les contrôles réguliers dont peut bénéficier un ouvrage de captage, il est impossible de la maintenir éternellement en bon état. Le vieillissement est donc un phénomène inéluctable qui s'accompagne de plusieurs effets :

IV-1- Phénomène de corrosion :

Généralement il existe deux types de corrosion :

Corrosion électrochimique,

Corrosion bactérienne.

Cette corrosion est causée par :

La corrosion des captages d'eau souterraine est un phénomène beaucoup plus sournois que le colmatage car ses effets sont souvent moins détectables. En revanche, ses conséquences en sont au moins aussi spectaculaire et importantes pour la pérennité de l'ouvrage en cause.

Elle est causée par :

- Présence de l'eau corrosive à l'intérieur d'un forage
- Existence des bactéries sidérolites ou sulfatés ductiles
- Effet galvanique entre les diverses parties de même ensemble métallique au contact d'eau de composition différente.

Pour la lutte contre ce phénomène on procède comme suite :

IV-1-1- Protection active :

Utilisation des effets électrochimiques (cathodique) qui a pour but de stopper ces phénomènes de corrosion qui sont directement liés à la corrosivité du sol et à l'influence des courants électriques parasites (courants vagabonds).

IV-1-2- Protection passive :

Couche de peinture et revêtement au tour du tuyau.

IV-2- Phénomène de colmatage :

Le colmatage des forages se traduit par une baisse progressive du rendement de l'ouvrage. C'est généralement le premier symptôme caractéristique du vieillissement. Les origines de ce colmatage peuvent être très diverses, mais le résultat est toujours le même : baisse de la perméabilité du milieu environnant immédiat (massif de graviers filtrant ou formation elle-même), ou bien accroissement des pertes de charges dû à la diminution du pourcentage de vide de la crépine (concrétions ou incrustations)

Colmatage mécanique : des particules fines (sable, argiles, colloïde) peuvent être entraînées sous l'effet de pompage et venir boucher l'ouvrage ou colmater le massif filtrant.

Colmatage chimique : les deux phénomènes susceptibles de déclencher un colmatage chimique sont le dégagement de CO₂ et l'apport d'O₂.

Colmatage biologique : se caractérise généralement par la présence d'élément filamenteux dans l'eau pompée, de flocons ou de bloc gélatineux, parfois bien avant que ne se manifeste la perte de productivité de l'ouvrage.

V- Gestion et exploitation des réservoirs :

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage dont la durée de vie est généralement longue (50 ans minimum) les problèmes d'exploitation ou d'entretien peuvent concerner les réservoirs trouvent le plus souvent leur origine dans les insuffisances au niveau de la conception.

Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économique.

V-1- Equipement des réservoirs :

Au niveau de la conception des équipements, il convient bien entendu d'étudier de façon correcte les problèmes proprement hydrauliques du réservoir mais également les problèmes liés à l'exploitation en prévoyant les équipements permettant à l'exploitant d'être informé sur les conditions de fonctionnement et en ne perdant pas par ailleurs de vue qu'il sera nécessaire d'intervenir sur le réservoir chaque année pour le nettoyage et plusieurs fois dans la vie de l'ouvrage pour des opérations d'entretien (génie civil, équipement hydrauliques...)

La liste des équipements susceptibles d'être installés dans un réservoir est représentée dans le tableau XI.1

Tableau XI.1 : équipement des réservoirs :

| Fonction | équipements |
|--|---|
| hydraulique | <ul style="list-style-type: none"> -Vanne diverses - Clapet - Equipements de trop plein -Vidange - Siphon pour réserve d'incendie -Canalisation de liaison - Compteur Clapet à rentre d'air -Purgeur d'air |
| Exploitation | <ul style="list-style-type: none"> -Niveau -Poste de liaison électrique -Débit -Télécommande - Equipements de télétransmission |
| Nettoyage | <ul style="list-style-type: none"> -Trappes de visite pour les personnels et le matériel -Equipements spéciaux pour le nettoyage -Pompe d'alimentation en eau |
| Entretien | <ul style="list-style-type: none"> -Appareils de manutention -Joints de montage -Eclairage -Trappes de visite pour le personnel et le matériel |
| Qualité de l'eau | <ul style="list-style-type: none"> -Equipement ou disposition pour le renouvellement de l'eau -Equipement ou disposition pour le renouvellement de l'air -Robinet de prélèvement -Equipement de désinfection, analyseurs, -Dispositif de protection contre les actes de malveillance et - les intrusions |
| Sécurité lors des interventions | <ul style="list-style-type: none"> -Passerelle -Echelle à crinoline -Garde –corps -Ancrage pour harnais de sécurité -Eclairage |
| Divers | <ul style="list-style-type: none"> -Suivant le réservoir : compresseur d'air, protection thermique des équipement, alarmes diverses |

V-2- Aspects liés à l'exploitation des réservoirs :

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

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

V-2-1- Opération de nettoyage :

Le vidange et le nettoyage des réservoirs doit se faire au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies d'une désinfection l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage.

Prévention des accidents (sécurité) :

Un réservoir est un ouvrage qui présente un certain nombre de risques (chutes, noyades, asphyxie,...) pour le personnel d'exploitation et des précautions particulières doivent impérativement être observées.

Les premières dispositions sont bien entendu à prendre au moment de la conception de façon à ménager des moyens d'accès et de circulation commodes et conformes aux règles de sécurité.

Ces dispositions doivent comprendre la mise en place des garde-corps, mains-courantes, plinthes, portillons ou chaîne de sécurité, escalier, échelles, crinolines, crosses,...

V-2-2- Contrôle de la qualité de l'eau :

Afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'eau lors de la traversée d'un réservoir, il convient :

- d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage : terrasse, radier et parois pour les réservoirs au sol ou semi enterrés.
- De veiller est ce que les entrées d'air (ventilations, trop-plein...) soient correctement protégées contre les entrées de poussière, d'insectes et d'animaux ;
- De limiter l'éclairage naturel de l'intérieur du réservoir ;
- De procéder à un nettoyage au moins annuel du réservoir.

- **Contrôle mensuel :**
 - ouvrages de croisements, étanchéité
 - Ouvrages en ligne, état d'étanchéité de la fermeture des trappes ; regards et des portes.
- **Contrôles semestriels :**
 - Ouvrage en ligne ; état d'étanchéité de la fermeture des trappes, regards et des portes
 - Organes et réducteurs de robinetterie à l'intérieur des regards

VI- Gestion et exploitation des réseaux:

Afin d'assurer une bonne gestion de réseau d'adduction et de distribution il faut que le réseau soit bien conçu en respectant les divers normes, en adaptant les matériaux appropriés, choix du tracé des conduites en dehors des zones sensibles, en respectant les conditions de pose des conduites et équiper le réseau de différents organes et accessoires qui facilitent sa gestion et son entretien.

VI-1- La surveillance et l'entretien courant des adductions et réseau de distribution :

Les opérations d'inspection et d'entretien qui doivent être effectuées au niveau du réseau sont :

Contrôles mensuels :

- tracé des conduites d'adduction : affaissement, écoulement d'eau, travaux à proximité des conduites
- ouvrage en ligne, état d'étanchéité de la fermeture des trappes de regard,
- ouvrage de croisement, étanchéité

Contrôles semestriels :

- ouvrage en ligne, état étanchéité de la fermeture des trappes de regard,
- Réducteur de pression, soupape de sécurité et d'Aération,
- Conduites et organes de robinetterie à l'intérieur des regards

Contrôles annuels :

- organe de sectionnement, dispositif de protection contre les ruptures de conduites (fonctionnement, état, étanchéité, accessibilité, position...)
- Réducteur de pression, soupape de sécurité d'aération,
- Bouche d'incendie : fonctionnement, état, vidange, plaques indicatrices, présence de clé et de tuyaux de prise,

- Nettoyage des conduites, en particulier des tronçons secondaires et ceux en bout de réseau,
- Capacité de transit des conduites d'adduction (mesure de débit et pression)

Conclusion :

Dans ce contexte, les gestionnaires doivent toujours prendre des décisions, argumentées et pertinentes, ce qui nécessite une stratégie d'étude efficace basée, d'une part sur la connaissance du comportement du système de distribution d'eau potable et d'autre part sur l'utilisation d'indicateurs appropriés sur l'évaluation des performances de fonctionnement du système. Ces indicateurs sont établis par le gestionnaire selon ces propriétés de gestion mais aussi à partir des directives et normes des documents officiels.

Conclusion générale :

A partir de notre diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi-Aïch, nous avons pu identifier les anomalies qui empêchent le bon fonctionnement de ce dernier, et par la suite, de pouvoir proposer des solutions techniques qui peuvent remédier à ces problèmes.

Dans ce mémoire, mon travail consiste à récolter toutes les données qui concernent le réseau existant ainsi que les ouvrages de stockage, ensuite le calcul hydraulique de toute la chaîne de distribution.

A la lumière de cette étude, je me permet de conclure qu'après avoir estimé les besoins actuels en eau, que notre réseau ne peu répandre à la demande de la ville de Sidi-Aïch que se soit à l'état actuel ou pour l'horizon 2035.

Cela revient essentiellement à :

- sous dimensionnement des conduites de distribution,
- la mauvaise gestion des ouvrages de stockages
- le choix de la variante de réseau.

Il existe aujourd'hui une crise de l'eau qui n'est pas due à son insuffisance à satisfaire nos besoins, elle résulte plutôt comme je l'ai souligné, d'une mauvaise gestion de cette ressource.

En l'état actuel des choses, il est encore possible de prendre des mesures constructives pour éviter que la crise ne s'amplifie c'est-à-dire réduire au maximum le taux de fuites on changeons certains diamètres, et en remplaçons carrément les tronçons défectueux.

Et pour les estimations à long terme des besoins, on a constaté que notre réseau à l'état actuel ne remplira plus sa mission vers l'horizon 2035.

A cet effet j'ai proposé une nouvelle variante du réseau qui nous permettra d'assurer une meilleur distribution tout on vérifiant les vitesses et les pressions aux les plus défavorable.

En fin, je souhaiterai que mon projet fasse l'objet d'un contrôle avant sa réalisation et servira comme guide bénéfique pour d'autres projets orientés dans la perspective de promouvoir le secteur hydraulique dans la zone en question.

Bibliographie

[1] **A. AYADI, B. SALAH, M. MOUSSAOUI** : Outils de travail pour un branchement dans un réseau d'eau potable, colloque méditerranéen eau –environnement 2000

[2] **C.BASALO, G.GATSCH** : les canalisations d'eau et de gaz, corrosion, dégradation et protection. Technique et documentation Lavoisier 1987

[3] **DUPONT.A** : Hydraulique urbaine (tome 2). Edition Eyrolles (1979)

[4] **J.BONNIN** : Hydraulique urbaine appliquée en agglomération de petite et moyenne Importance

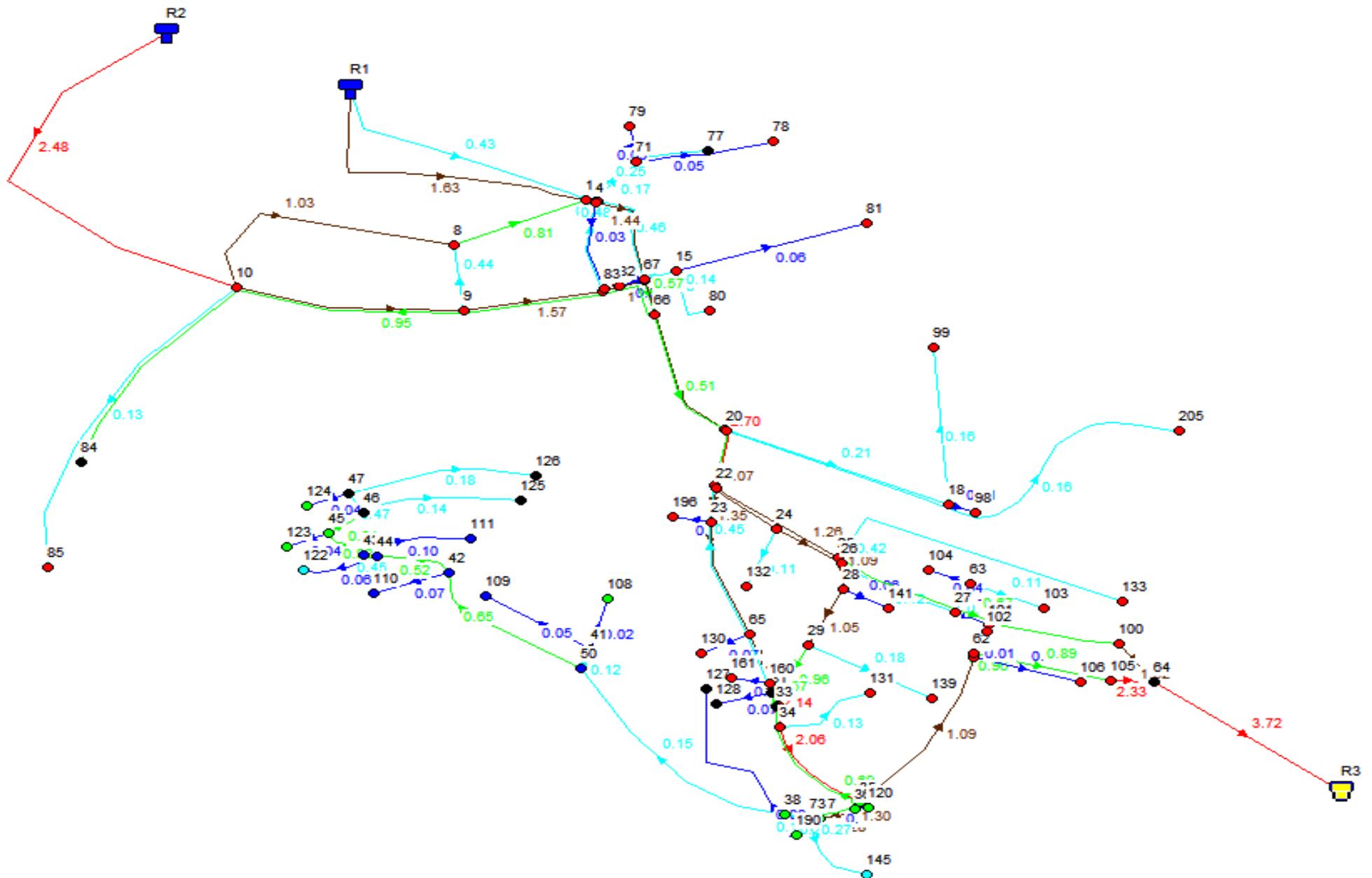
[5] **REVUE AMERICAINE**: water works association (AWWA) internal corrosion of water distribution system 2^e edition 1996

Webographie

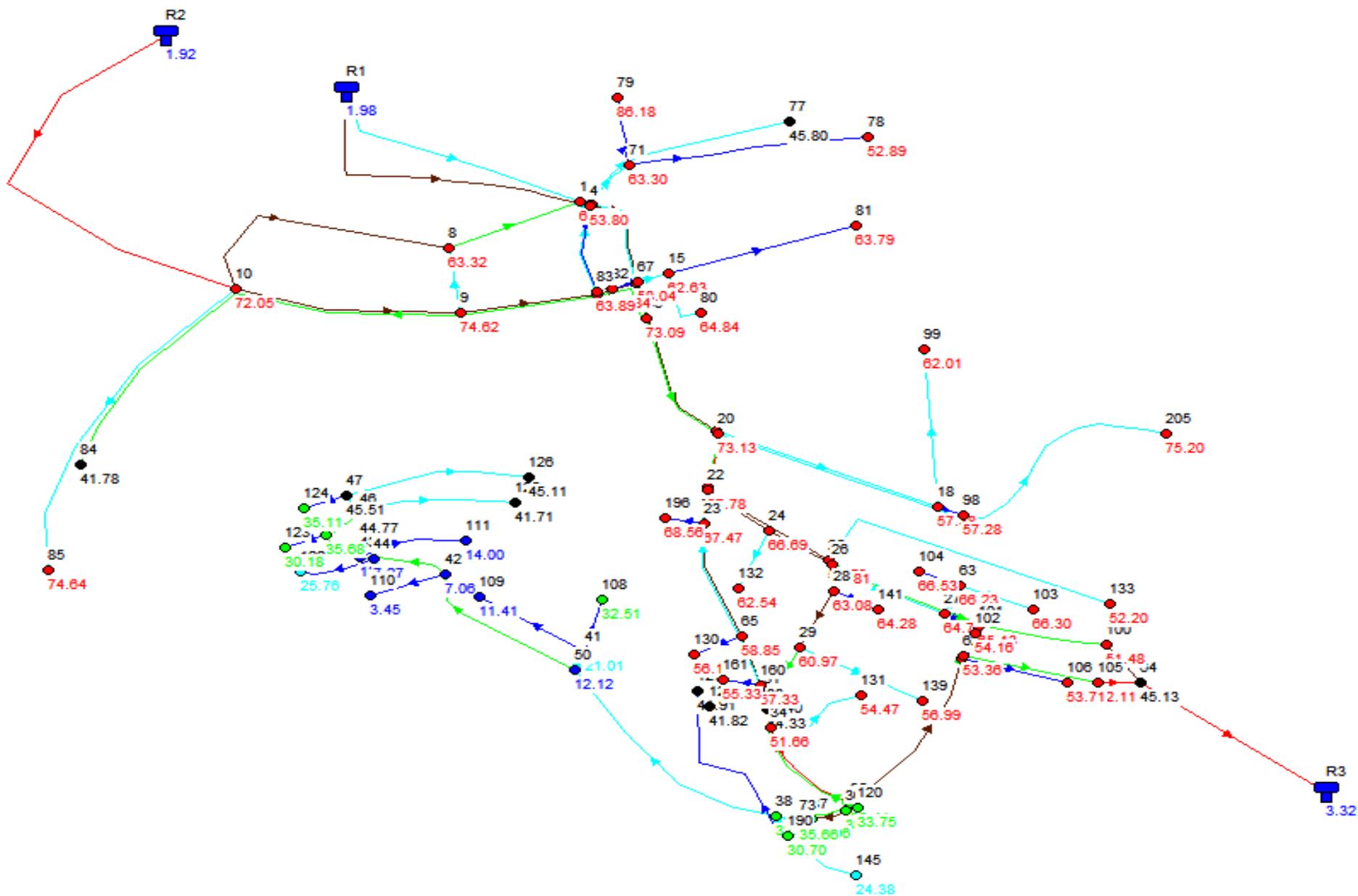
http://www.eau.fndae.fr/documentation/numero_HS12.htm

<http://www.astee-org/commission/corrosion-protection-reseau>

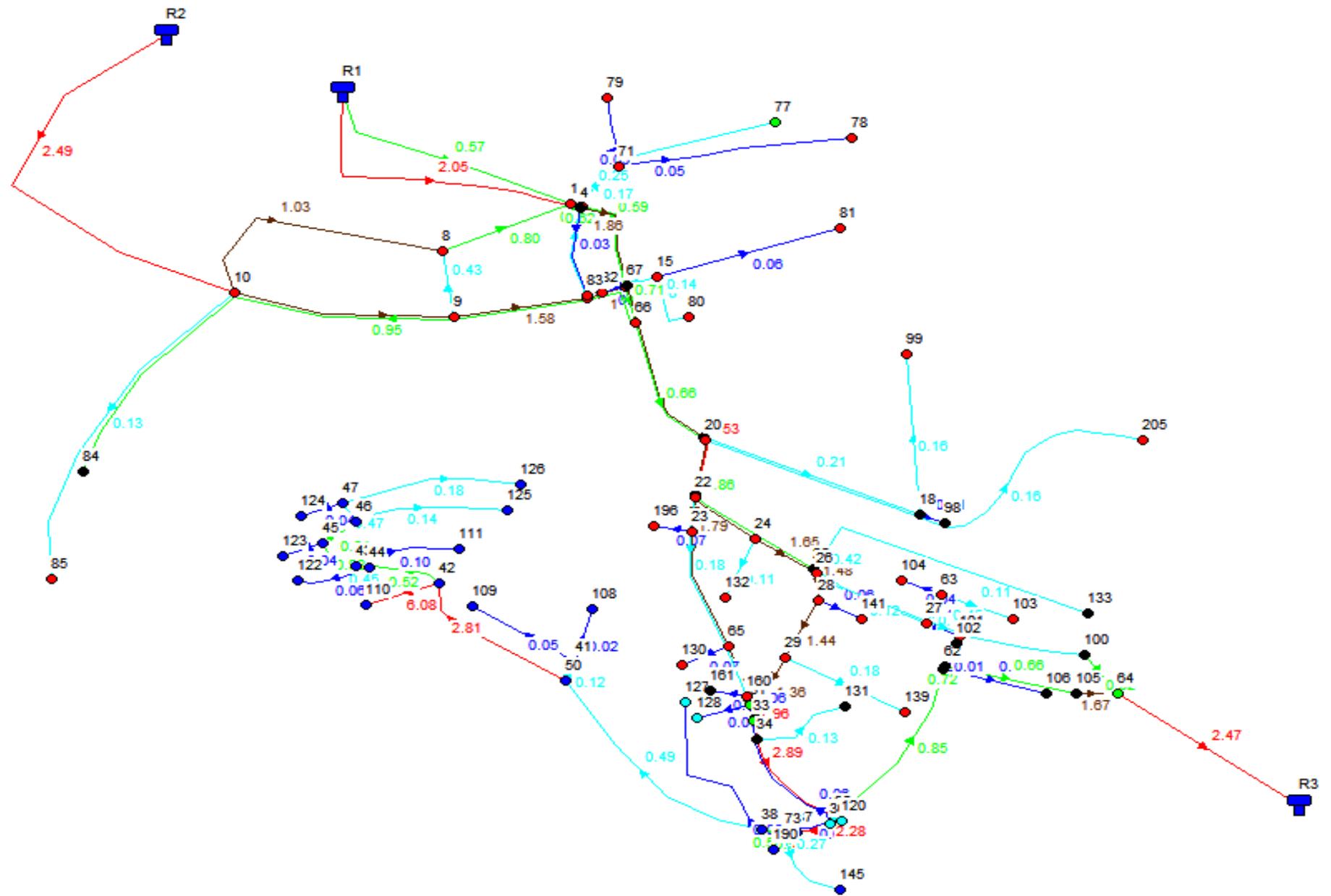
ANNEXES



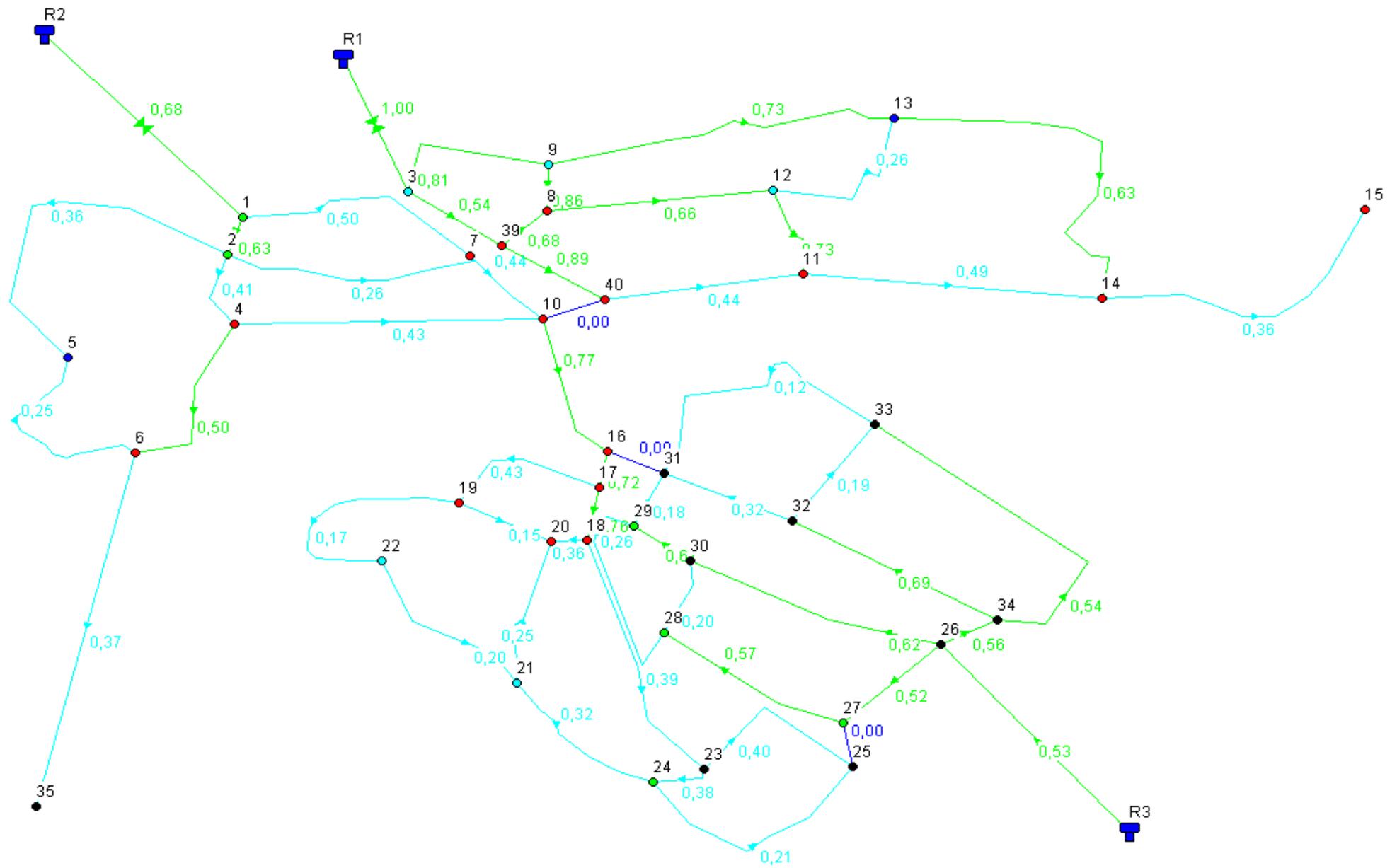
Répartition des vitesses dans le réseau existant (cas de pointe)



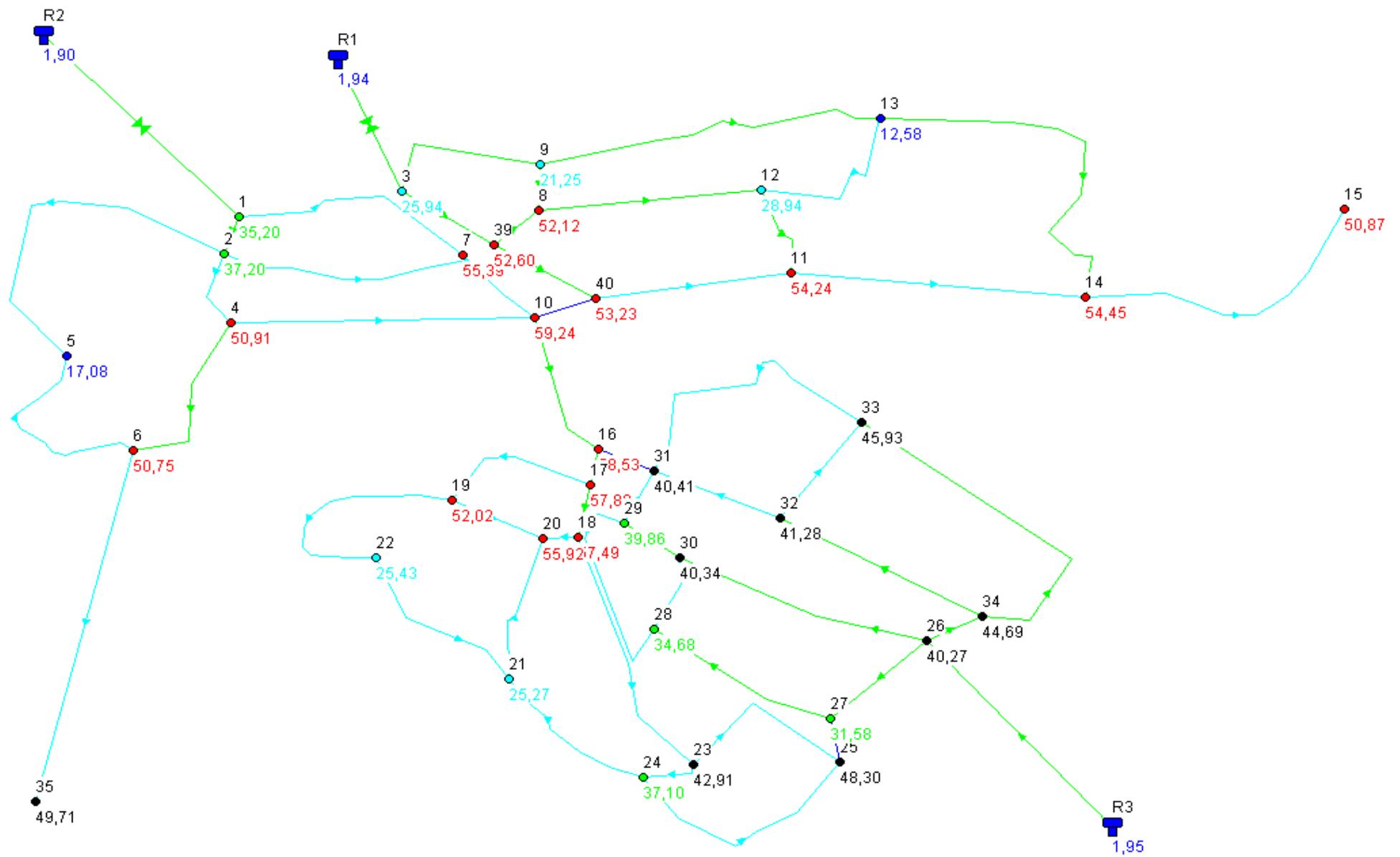
Répartition des pressions dans le réseau existant (cas de pointe)



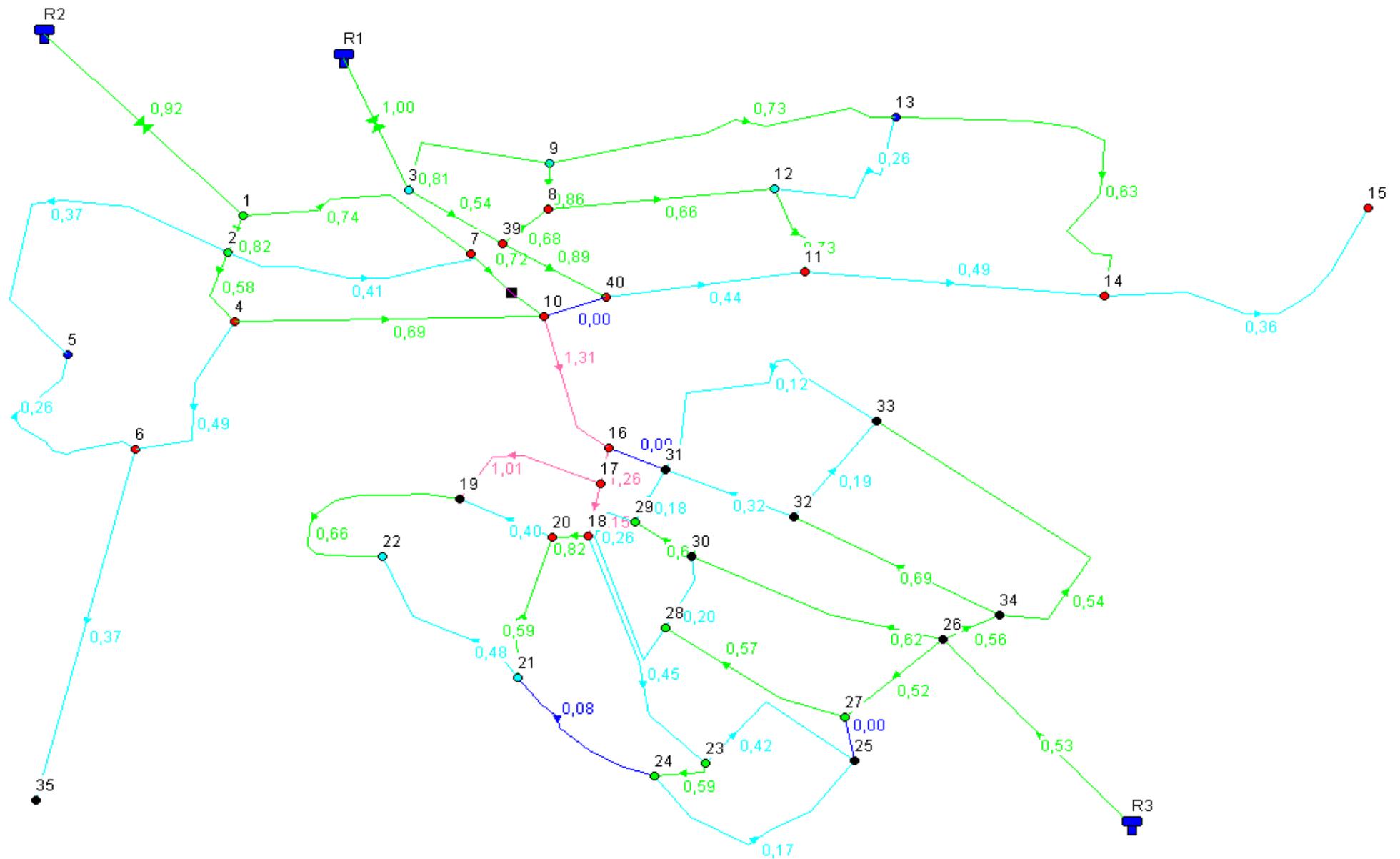
Répartition des vitesses dans le réseau existant (cas de pointe +incendie)



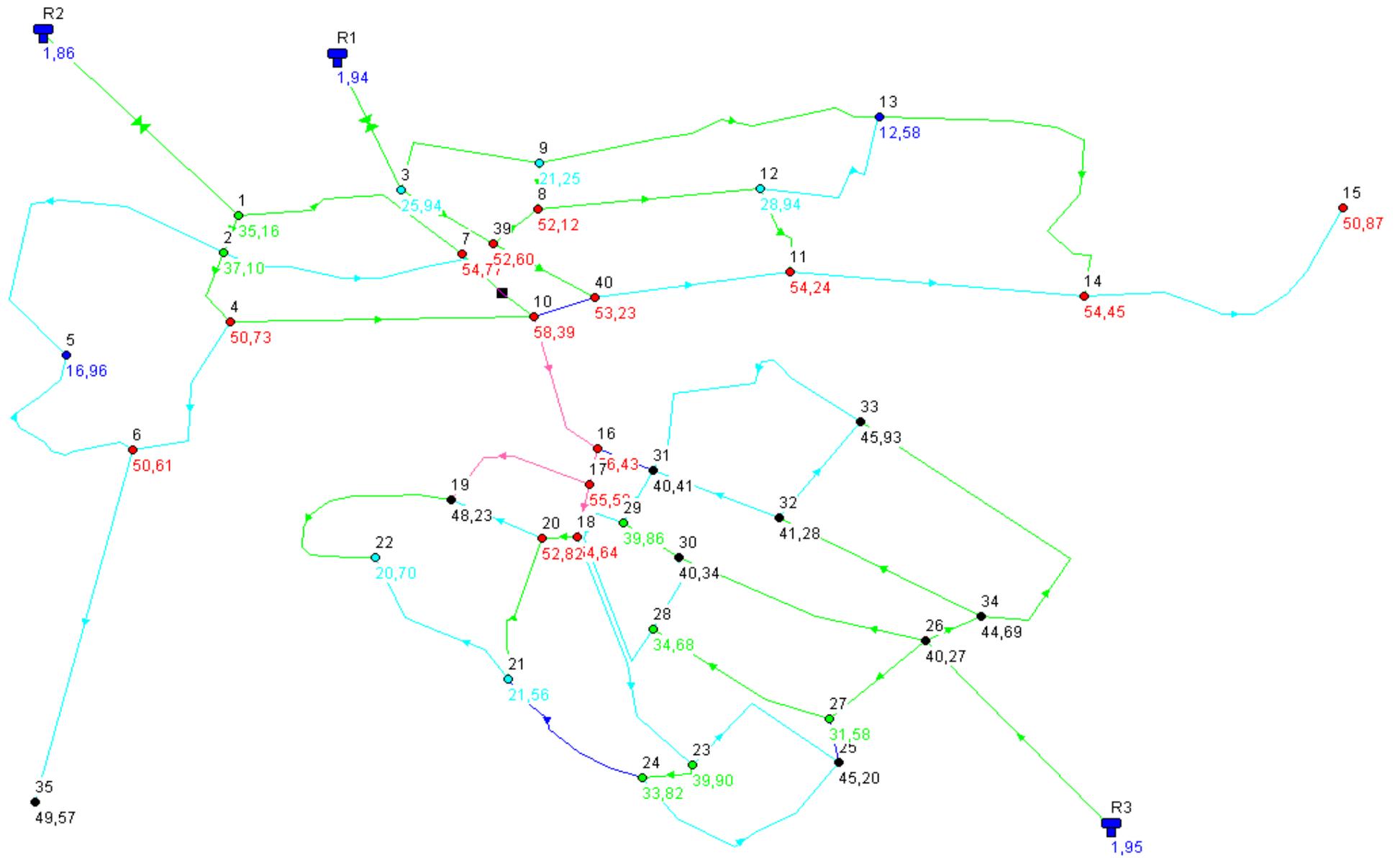
Répartition des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe)



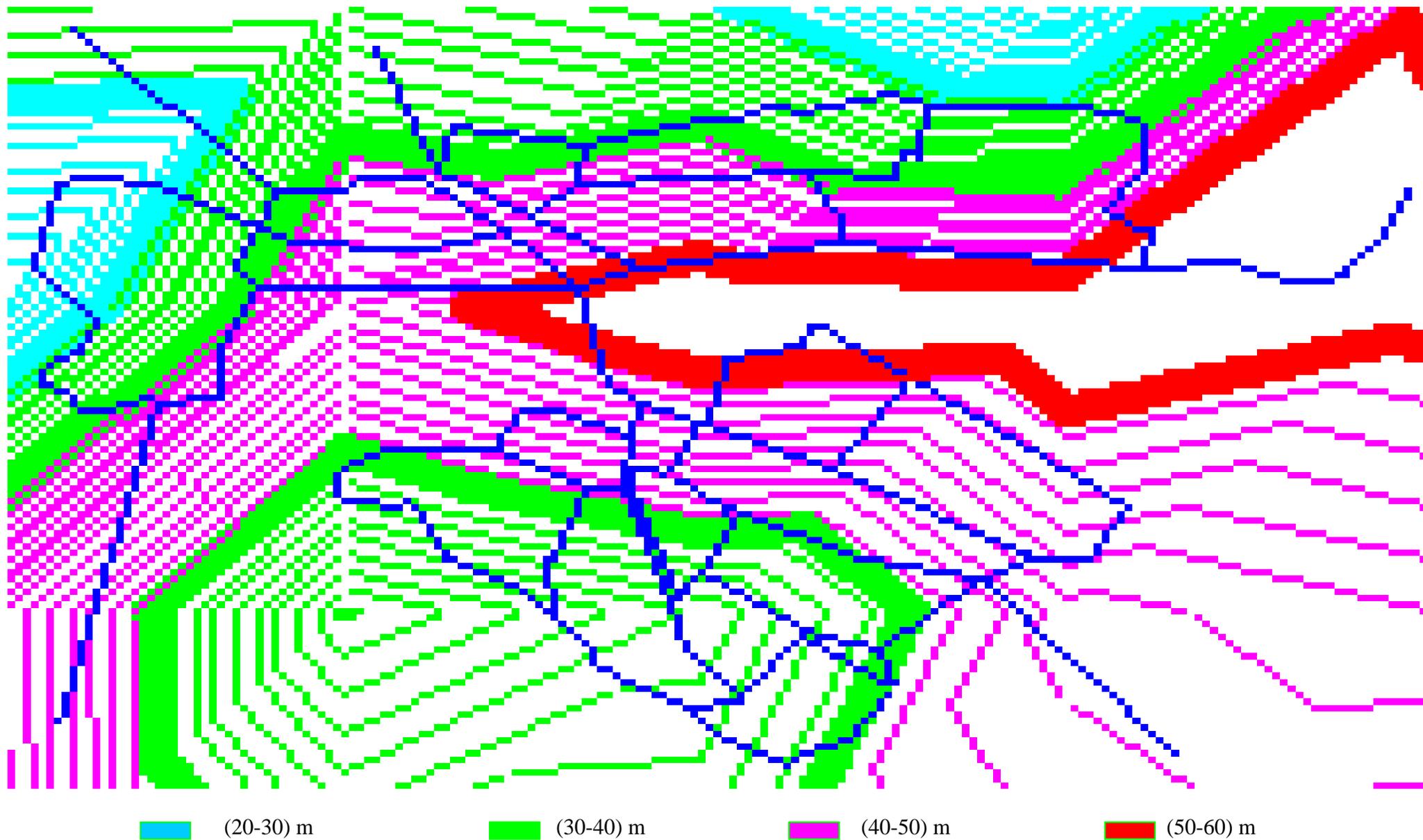
Répartition des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe)



Répartition des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe +incendie)



Répartition des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe +incendie)



 (20-30) m

 (30-40) m

 (40-50) m

 (50-60) m

Répartition des pressions dans la ville de Sidi-Aïch par zonage

