

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude de réaménagement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Thnia (w. Boumerdes).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0029-10

APA Citation (APA توثيق):

Kherroubi, Mohamed Amine (2010). Etude de réaménagement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Thnia (w. Boumerdes)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

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

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI ABDELLAH »

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

OPTION : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable

THEME :

**ETUDE DE REAMENAGEMENT DU RESEAU
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE
DE THENIA « W.BOUMERDES »**

Présenté par :

M^r KHERROUBI Mohamed Amine

Promotrice :

M^{me} ZENDAGUIN

Devant le Jury Composé de :

Président: M^r B.SALAH

Examineurs: M^r A.HACHEMI

M^r R.KERID

M^r D.KOLIAI

Octobre 2010

Dédicace

Je Dédie ce Travail Particulièrement à :

D'Abord ma Très Chère Mère que **DIEU** la Protège, qui n'a Jamais Cesser de m'Encourager et qui a Toujours Sacrifie et Souffert pour mon Bien Etre et ma Réussite.

Mon Père qui s'est Toujours Montré Présent et qui a Fait en Sorte que je ne Manque de Rien.

A mon Frère : Ishak et à mes Chères Sœurs : Sarah et Nesrine.

A toute la Famille KHERROUBI et TLILI.

A tous mes Amis sans Exception.

Remerciement

Avant tout, je remercie **DIEU** de m'avoir prêté vie, santé et volonté pour achever ce travail.

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu ».

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à :

Ma promotrice **Mme Nouria ZENDAGUI**, pour ses conseils et orientations précieuses.

Aux **Membres de Jury**, qui ont bien voulu évaluer ce travail.

Aux **Enseignants de l'ENSH**, qui ont contribué à ma formation de près ou de loin.

A tous mes **Amis de l'ENSH**.

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

d'études.

Résumé

الدراسة التي نقوم بها تهدف إلى تشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة الثنية، بمعنى تحديد النقصان الشبكة الحالية، و كذلك إعادة تهيئة شبكة التوزيع.

.WaterCAD

هذه المراجعة سمحت لنا بإعطاء بعض التعديلات والنصائح لتحسين التزويد بالمياه الصالحة للشرب على مستوى الشبكة

كما أعطينا طرق التسيير الفعالة لشبكة توزيع مياه الشرب.

Résumé

Notre étude consiste à établir un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de THENIA, c'est à dire la détermination des défaillances des différents maillons qui composent le système d'AEP de la ville étudiée, et aussi le réaménagement du réseau.

Pour mieux visualiser le comportement hydraulique du réseau existant, nous avons utilisé le logiciel de modulation WaterCAD.

Cette vérification nous a permis de donner un certain nombre de modifications et recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable de la ville, que ce soit à court terme, moyen et long terme.

Nous citons aussi les notions de gestion du réseau d'alimentation en eau potable.

Summary

Our study consists in establishing a diagnosis of the system of drinking water supply of the town of THENIA, i.e. the determination of the failures of different netting which compose the system of AEP of the city studied.

For better visualizing the hydraulic behavior of the existing network, we used the software of modulation WaterCAD.

This checking has enabled us to give certain numbers of modifications and recommendations to improve the drinking water supply of the city, in a short-term, average and long-term.

We quote also the concepts of management for the system of drinking water in the city.

Sommaire

Introduction Générale	13
Chapitre I Présentation de la Ville.....	14
I.1 Présentation et Situation de la Commune.....	14
I.1.1 Situation de la Commune	14
I.1.2 Les Limites de la Commune.....	14
I.1.3 Les Caractéristiques de la Commune	14
I.1.4 Accessibilité de la Commune.....	14
I.2 Analyse Physique du Site	16
I.2.1 Le Climat.....	16
I.2.2 Séismicité.....	17
I.2.3 Géologie et la Géotechnique.....	17
I.2.4 Hydrographie.....	17
I.3 Démographie.....	17
I.4 Situation Hydraulique	18
I.4.1 Les Ressources en Eau.....	18
I.4.2 Les Ouvrages de Stockage	20
I.4.3 Les Schémas d'Adduction.....	20
I.4.4 Le Réseau de Distribution	22
Chapitre II Estimation des Besoins en Eau Potable	24
II.1 Evaluation Démographique.....	24
II.2 Evaluation des Besoins en Eau a l'Etat Actuel 2010	25
II.2.1 Besoins Domestiques	25
II.2.2 Besoins des Equipements Publics	25
II.2.3 Besoins d'Arrosages	25

II.3	Variation des Débits de Consommation dans le Temps	27
II.4	Coefficient d'Irrégularité	27
II.4.1	Coefficient d'Irrégularité Journalière Maximum	27
II.4.2	Coefficient d'Irrégularité Journalière Minimum	28
II.4.3	Coefficient d'Irrégularité Horaire Maximum	28
II.4.4	Coefficient d'Irrégularité Horaire Minimum	29
II.5	Détermination des Débits Journaliers	29
II.5.1	Débit Maximum Journalier	29
II.5.2	Débit Minimum Journalier	29
II.6	Détermination des Débits Horaires	30
II.6.1	Débit Moyen Horaire	30
II.6.2	Débit Maximum Horaire	30
II.6.3	Débit Minimum Horaire	30
II.7	Evaluation de la Consommation Horaire en Fonction du Nombre d'Habitants à l'Etat Actuel 2010	31
II.8	Estimation des Besoins en Eau Potable à l'Horizon 2035	34
II.8.1	Calcul des Besoins Moyens Journaliers	34
II.8.2	Détermination des Débits de Consommation	35
II.8.3	Evaluation de la Consommation Horaire en Fonction du Nombre d'Habitants à l'Horizon 2035	36
II.9	Analyse de la Capacité de Stockage	38
II.10	Analyse de la Capacité de la Ressource	39
Chapitre III	Fonctionnement du Réseau Existant	41
III.1	Calcul Hydraulique du Réseau Existant	41
III.1.1	Cas de Pointe	41
III.1.2	Cas de Pointe + Incendie	52
III.2	Modélisation Hydraulique du Réseau de Distribution Existant	52

III.2.1	Présentation du Logiciel WaterCAD	52
III.2.2	Fonctionnalités du Logiciel WaterCAD	52
III.2.3	Formules de Perte de Charge Utilisées dans le Logiciel WaterCAD	52
III.2.4	Les Résultat de la Simulation	53
Chapitre IV	Anomalies et Recommandations	67
IV.1	Analyse de la Situation Actuelle	67
IV.2	Présentation des Détails des Anomalies dans le Réseau	67
IV.2.1	Présentation des Tronçons dont les Vitesses sont Inférieures et Supérieures à la Normale	67
IV.2.2	Présentation des Nœuds dont les Pressions sont inférieures et Supérieures à la Normale	70
IV.3	La Solution pour le Réseau Actuel	71
Chapitre V	Réaménagement du Réseau d'A.E.P de la Ville	73
V.1	Classification des Réseaux.....	73
V.1.1	Réseau Ramifié	73
V.1.2	Réseau Maillé	73
V.1.3	Autres Types de Réseaux.....	74
V.2	Choix de Type du Réseau	74
V.3	Calcul Hydraulique du Réseau.....	74
V.3.1	Cas de Pointe	74
V.3.2	Cas de Pointe + Incendie	81
V.3.3	Les Résultats de la Simulation	81
V.3.4	Analyse des Résultats de Simulation.....	86
Chapitre VI	Pose des Conduites.....	88
VI.1	Principe de Pose des Canalisations	88
VI.1.1	Pose Selon la Nature de Terrain	88
VI.1.2	Pose Selon la Nature des Conduites.....	89

VI.1.3 Traversées des routes.....	89
VI.1.4 Traversée des Oueds	89
VI.2 Exécution des Travaux de Pose des Canalisations	90
VI.2.1 Travaux Préliminaires	90
VI.2.2 Excavation des Tranchées	90
VI.2.3 Aménagement du lit de sable	92
VI.2.4 Mise en place des canalisations	92
VI.2.5 Assemblage des conduites en PEHD	92
VI.2.6 Essai générale du réseau	93
VI.2.7 Enrobage de la canalisation	93
VI.2.8 Remblaiement de la tranchée	94
VI.2.9 Contrôle du compactage des tranchées	94
VI.2.10 Mise en service du réseau	94
VI.3 Prescription Spéciale Concernant le PEHD	95
VI.4 Choix des Engins du Chantier	95
VI.5 Calcul des Volumes de Terrassement	96
VI.5.1 Volume des Déblais	96
VI.5.2 Volume des Déblais Foisonnés	96
VI.5.3 Volume du Lit de Sable.....	96
VI.5.4 Volume de la Conduite	96
VI.5.5 Volume des Remblais	97
VI.5.6 Volume Excédentaire	97
Chapitre VII Protection et Sécurité de Travail	100
VII.1 Causes des Accidents de Travail dans un Chantier Hydraulique	100
VII.1.1 Facteurs Humains	100
VII.1.2 Facteurs Matériels.....	101
VII.1.3 Liste des Conditions Dangereuses.....	101

VII.1.4 Liste des Actions Dangereuses	101
VII.2 Mesures Préventives pour Eviter les Causes des Accidents	102
VII.2.1 Protection Individuelle	102
VII.2.2 Autres Protections.....	102
VII.2.3 Protection Collective	102
VII.2.4 Engin de Levage	102
VII.2.5 Appareillage Electrique	102
Chapitre VIII Gestion de Réseau d’AEP	104
VIII.1 Outil de Gestion des Réseaux d’AEP	104
VIII.1.1 Connaissance de l’Existant	104
VIII.1.2 Informations Relatives au Fonctionnement du Réseau	105
VIII.1.3 Entretien du Réseau	106
VIII.2 Données Relatives au Réseau	107
VIII.3 Les données Concernant les Défaillances et les Interventions.....	108
VIII.4 Sécurité de l’Alimentation en Eau Potable	109
VIII.5 Mesures de Protection et de Sécurisation	109
VIII.5.1 Disposition de Protection Physique	109
VIII.5.2 Solutions de Secours	109
VIII.6 Les Charges Liées à l’Exploitation des Equipements Hydrauliques	110
VIII.6.1 Les Charges de Fonctionnement	110
VIII.6.2 Les Charges de Suivi Technique et Financier	110
VIII.6.3 Les Charges de Renouvellement des Equipements	110
Conclusion Générale	111
Bibliographie.....	112

Liste des Tableaux

Chapitre I : Présentation de la Ville

Tableau I.01 : Données de Précipitations de la Station de THENIA	16
Tableau I.02 : La Répartition de la Population par Dispersion en 2008	18
Tableau I.03 : Les Caractéristiques des Forages	19
Tableau I.04 : Les Caractéristiques des G.E.P de refoulement vers THENIA	19
Tableau I.05 : Les Caractéristiques des Réservoirs	20
Tableau I.06 : Récapitulatif de l'Etat des Adductions Existantes.....	21
Tableau I.07 : Linéaire du Réseau d'Adduction	21
Tableau I.08 : Linéaire Total d'Adduction	21
Tableau I.09 : Linéaire du Réseau de la Partie Nord	22
Tableau I.10 : Linéaire du Réseau de la Partie Sud	22
Tableau I.11 : Linéaire du Réseau de POS N° 01/A.....	23
Tableau I.12 : Linéaire Total de Distribution	23

Chapitre II : Estimation des Besoins en Eau Potable

Tableau II.01 : Evaluation de la Population	24
Tableau II.02 : Estimation des Besoins en Eau Potables à l'Horizon Actuel (2010) pour les Différentes Catégories.....	26
Tableau II.03 : Récapitulation des Besoins en Eau Potables l'Horizon Actuel (2010).....	27
Tableau II.04 : Variation du Coefficient β_{\max}	28
Tableau II.05 : Variation du Coefficient β_{\min}	29
Tableau II.06 : Résultats de Calculs des Différents Débits Journaliers et Horaires à l'Etat Actuel (2010).....	31
Tableau II.07 : Variations Horaires de la Consommation Totale dans Divers Centres d'Agglomérations.....	31
Tableau II.08 : Variation des Débits Horaires de la Ville de THENIA.....	32
Tableau II.09 : Evolution des Besoins Domestiques dans le Futur	34
Tableau II.10 : Répartition Prévisionnelle de la Consommation selon les Usagés	35
Tableau II.11 : Evolution des Besoins d'Equipements dans le Futur	35
Tableau II.12 : Evolution des Besoins d'Agglomération dans le Futur.....	35
Tableau II.13 : Résultats de Calculs des Différents Débits Journaliers et Horaires à l'Horizon (2035)	36
Tableau II.14 : Variation des Débits Horaires de la Ville de THENIA.....	36

Tableau II.15 : Détermination de la Capacité du Stockage	38
Tableau II.16 : Résultats du Calcul du Volume Total du Stockage à l'Etat Actuel (2010) et à Long Terme (2035)	39
Tableau II.17 : Bilan du Stockage	39
Tableau II.18 : Bilan Besoins-Ressources (Production à Partir de la Station de Pompage de Si Mustapha).....	39
Tableau II.19 : Bilan Besoins-Ressources (Production Réservée pour THENIA à Partir du Barrage TAKSEBT + Production à Partir de la Station de Pompage de Si Mustapha)	40
Chapitre III : Fonctionnement du Réseau Existant	
Tableau III.01 : Calcul des Débits aux Nœuds (Cas de Pointe)	43
Tableau III.02 : Variations du Coefficient de Hazen-Williams en Fonction de Rugosité des Conduites.....	53
Tableau III.03 : Débits, Vitesses et Pertes de Charges dans les Différents Tronçons du Réseau (Cas de Pointe).....	54
Tableau III.04 : Les Pressions et les Charges dans le Réseau (Cas de Pointe)	59
Tableau III.05 : Débits, Vitesses et Pertes de Charges dans les Différents Tronçons du Réseau (Cas de Pointe plus Incendie)	63
Tableau III.06 : Les Pressions et les Charges dans le Réseau (Cas de Pointe plus Incendie).....	64
Chapitre IV : Anomalies et Recommandations	
Tableau IV.01 : Les Vitesses Inférieures à la Normale	68
Tableau IV.02 : Les Vitesses Supérieures à la Normale.....	69
Tableau IV.03 : Les Pressions Inférieures à la Normale.....	70
Tableau IV.04 : Les Pressions Supérieures à la Normale	70
Tableau IV.05 : Les Changements de Diamètres Proposés	71
Tableau IV.06 : Les Pressions Avant et Après les Changements	71
Chapitre V : Réaménagement du Réseau d'A.E.P de la Ville	
Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds	75
Tableau V.02 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau	81
Tableau V.03 : Les pressions et les charges dans le réseau	84
Chapitre VI : Pose des Conduites	
Tableau VI.01 : Choix du Coefficient du Talus.....	91
Tableau VI.02 : les Engins Utilisés pour la Mise en Place des Conduites et Leurs Rôles	95
Tableau VI.03 : Récapitulatif des Différents Volumes de Terrassement	97
Chapitre VIII : Gestion de Réseau d'AEP	
Tableau VIII.01 : Durée de Vie de Quelques Equipements Hydrauliques.....	111

Liste des Figures

Figure I.01 : Situation Géographique de la Ville de THENIA.....	15
Figure II.01 : Evolution de la Population.....	25
Figure II.02 : Graphique de la Consommation Totale (Horizon Actuel).....	33
Figure II.03 : La Courbe Intégrale (Horizon Actuel).....	34
Figure II.04 : Graphique de la Consommation Totale (Horizon 2035)	37
Figure II.05 : La Courbe Intégrale (Horizon 2035)	37
Figure III.01 : Simulation Hydraulique du Réseau Existant (Horizon Actuel)	66
Figure IV.01 : Simulation Hydraulique du Réseau Apres les Changements de Diamètres Proposés.....	72
Figure V.01 : Simulation Hydraulique du Réseau Apres le Réaménagement (Horizon 2035).....	87
Figure VI.01 : La Traversée d'un Oued	90

Introduction Générale

L'accès à l'eau potable est un enjeu important dans le monde. Si un homme peut passer des jours sans électricité et sans nourriture, il est par contre impossible de passer plus d'une journée sans boire. Le volume d'eau potable représente seulement 1/3 du volume total d'eau dans le monde.

D'ici 2025, 300 millions d'africains risquent de vivre dans un environnement où l'eau sera rare avec une population qui risque dépasser le cap du milliard. Actuellement, 25% de la population urbaine en Afrique sont mal approvisionnée en eau. Pour fournir de l'eau potable et un assainissement adéquat à tous les ménages en Afrique Subsaharien, il faudra 47 milliard de dollars. Par endroit, la situation est critique et la menace sur la santé publique, la sécurité alimentaire, le suivi des êtres vivants et de l'environnement est immédiat.

Pour cela, l'eau est considérée comme une source qui influe d'une manière considérable sur les enjeux géopolitiques dans plusieurs zones de monde.

En effet, l'état algérien a pris conscience des défis qu'il oppose au problème d'approvisionnement en eau potable, pour se remédier à ce problème, l'Algérie a investit des sommes d'argent trop importante dans ce domaine, en lançant des programmes quinquennaux de réalisation des grands projets : comme la construction des grands barrages réservoirs pour diverses utilisations, ainsi que des transferts d'eau potables.

Cependant, si la responsabilité s'achève au moment de la réception des ouvrages, peu de chose sera attendu du rendement et fiabilité de ces derniers. Donc, il faut veiller à ce que la technicité à été mise au pointe lors de l'étude et de la réalisation, ainsi que la mise en place d'une politique de gestion très efficace, et malheureusement, la maîtrise de la gestion réside comme problème majeure en Algérie et dans tous les pays de tiers monde.

Une étude menée sur le réseau de distribution de la ville de THENIA, nous a permis de voir les différents problèmes desquels souffres notre réseau, et proposer les solutions pour faire face à ces problèmes.

L'objectif de ce travail, est le réaménagement du réseau de distribution pour satisfaire les besoins en eau potable de la ville à court terme et à long terme.

Chapitre I

Présentation de la Ville

I.1 Présentation et Situation de la Commune

I.1.1 Situation de la Commune

La commune de THENIA est issue du dernier découpage administratif de 1984, en 1991 elle passe au chef lieu de Daïra et dépends de la Wilaya de Boumerdes.

La commune couvre une superficie de $42,3 \text{ Km}^2$ pour une population de 21366 habitants au dernier recensement de 2008.

Elle est située à 50 km d'Alger et de Tizi-Ouzou et de 10 km de Boumerdes.

Elle constitue de ce fait le passage obligé de la Mitidja à la Kabylie et à la Wilaya de Constantine grâce à sa position du carrefour.

I.1.2 Les Limites de la Commune

La commune de THENIA est limitée :

- Au nord par la Mer Méditerranéenne
- A l'est par Zemmouri et Si Mustapha
- Au sud par Souk el Had et Beni Amrane
- A l'Ouest par Tidjelabine et Boumerdes

Par contre ces limites communales correspondant aux limites naturelles et se présentent ainsi :

- Au Nord par la mer méditerranéenne
- A l'Est par Oued Zaatra
- Au Sud par Oued Azoun
- A l'Ouest par Oued Merchicha

I.1.3 Les Caractéristiques de la Commune

La ville de THENIA est une ville éventaire deux fois :

Une première fois par les installations ferroviaires occupant un large espace urbain. Celles-ci ont scindé la ville en deux grandes parties (Partie Nord et Partie Sud). La voie ferrée est souterraine, ce qui permet aux deux parties de se rejoindre par

un ombilic qu'occupe la place centrale avec la mairie, la poste, l'école, les services de sécurité, etc.

Une deuxième fois par l'autoroute qui partage THENIA en deux zones :

- Zone basse (actuelle THENIA).
- Zone haute (futur THENIA) au nord de la ville.

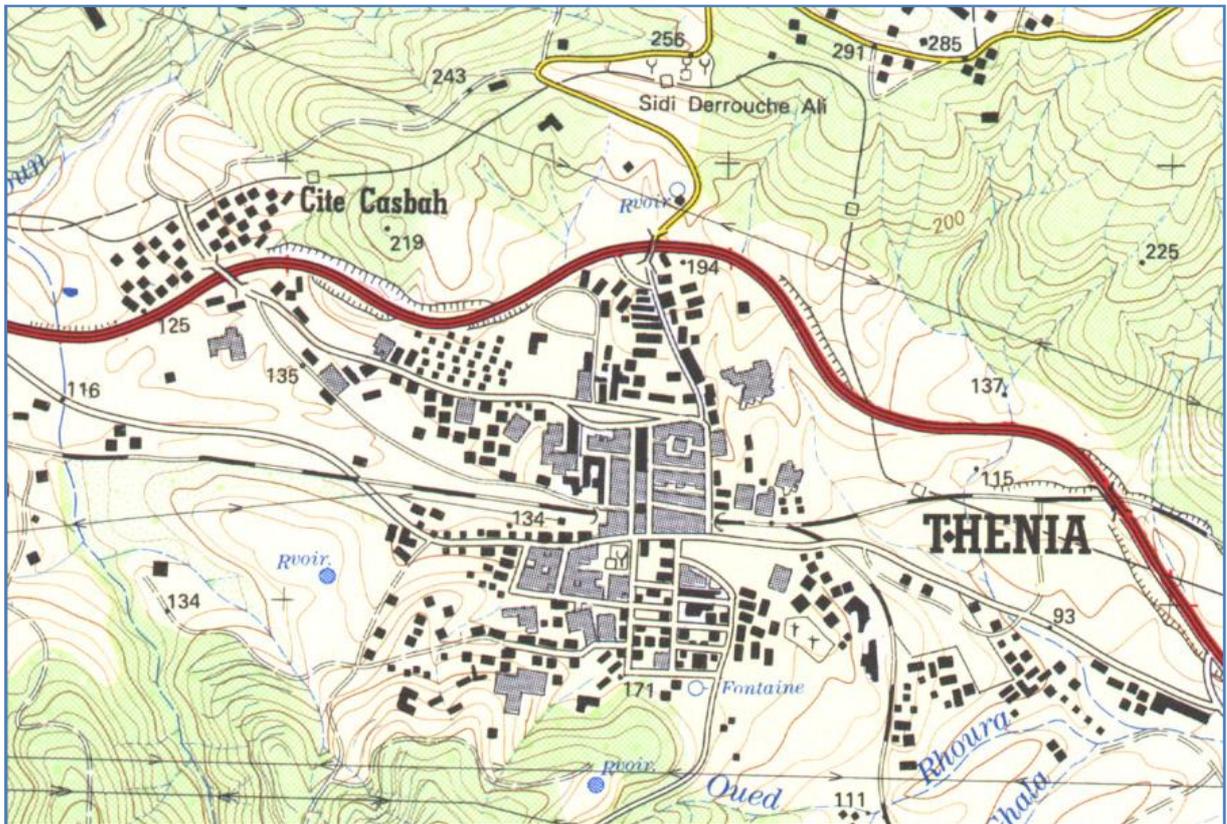


Figure I.01 : Situation Géographique de la Ville de THENIA

I.1.4 Accessibilité de la Commune

La commune de THENIA est desservie par un certain nombre de voies qui lui assure une bonne accessibilité:

- La Route Nationale RN 5
- Le Chemin de Wilaya CW 25
- La Voie Ferrée qui présente les lignes:
 - Alger – Thenia
 - Thenia – Tizi-Ouzou
 - Thenia – Constantine

I.2 Analyse Physique du Site

I.2.1 Le Climat

Le climat est de type méditerranéen à tendance humide à deux saisons contractées s'étendant sur un semestre chacune :

- L'hiver s'étend du mois d'Octobre au mois de Mars.
- L'été s'étend du mois d'Avril au mois de Septembre.

Ces dernières années, on assiste à un prolongement de la saison chaude jusqu'au mois de janvier, car les précipitations se font rares.

L'irrégularité des pluies est caractéristique du climat méditerranéen qui est saisonnière, annuelle et interannuelle.

La station de THENIA donne les précipitations suivantes :

Tableau I.01 : Données de Précipitations de la Station de THENIA

Précipitations	Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû
	<i>mm</i>	35	72	125	143	130	91	87	59	52	18	1	3
<i>Jours</i>	4	8	11	13	12	11	10	8	7	4	1	1	

Source : Subdivision de l'Hydraulique de la Daïra de THENIA

Le total est de 816 *mm* tombant en 90 *Jours* .

I.2.1.1 Les Températures

- La température moyenne annuelle est de 17,65 °C
- La température moyenne annuelle des mois le plus chaud est de 21,99°C (du mois d'avril au mois de septembre)
- La température moyenne annuelle des mois les plus froids est de 13,35°C (du mois d'octobre au mois de mars)

I.2.1.2 Les Vents

Les vents dominants sont les vents du Sud-Ouest 26,6%, ceux du Nord 20,3% et au Nord-Est est 18,0%, en hiver rassemblant 64,9% du total. Les autres variations se répartissent sur le long de l'année (surtout de Sud –Est).

I.2.1.3 L'Humidité Relative

Elle est de 70,66%, elle est importante car elle est tributaire du climat, du brouillard et de la proximité de la mer.

I.2.2 Séismicité

Le nord de l'Algérie est associé à une activité sismique superficielle modérée, liée aux mouvements des plaques parasismiques algériennes, le territoire algérien est divisé en quatre zones sismiques:

Zone O: Sismicité Négligeable

Zone I: Sismicité Faible

Zone II: Sismicité Moyenne

Zone III: Sismicité Forte

Après la secousse tellurique qu'a subie notre pays le 21 mai 2003, la commune de THENIA a été classée dans la Zone III (Sismicité Forte).

I.2.3 Géologie et la Géotechnique

Pour aboutir à un zoning géotechnique, nous avons pris en compte des paramètres suivants : géologie, hydrogéologie, morphologie afin de donner des estimations géotechniques de ces sols. Nous avons découpé cette commune en 5 classes géotechniques sont :

- Classe favorable
- Classe moyennement favorable
- Classe propriété variable
- Classe défavorable
- Classe indéterminée

I.2.4 Hydrographie

La commune de THENIA est traversée par plusieurs Oueds dont les plus importants sont : Oued Arabia, Oued Tribou, Oued Lahdjel, Oued Guedara, etc.

I.3 Démographie

La commune de THENIA est habitée par une population moyenne, maîtrisable par son volume et d'origine rurale locale. Elle est dispersée sur l'ensemble de l'aire de la commune avec une concentration plus forte au chef lieu.

Cette population a atteint un volume de 21366 habitants en 2008 dont 18664 habitants au chef lieu.

Tableau I.02 : La Répartition de la Population par Dispersion en 2008

Localisations	Population en 2008 (hab)
Chef lieu (ACL)	18664
Agglomération Secondaire (AS)	979
Zone Eparsé (ZE)	1723
Total	21366

Source : APC de THENIA

I.4 Situation Hydraulique

I.4.1 Les Ressources en Eau

I.4.1.1 Les Eaux superficielles

La Wilaya de BOUMERDES compte enrichir ses potentialités en eaux potables, à partir du barrage de TAKSEBT. Ce dernier est situé au Nord de la ville de Tizi-Ouzou.

Plusieurs agglomérations bénéficieront des eaux régularisées par ce barrage et parmi elles; la commune de THENIA par un débit de 157 l/s , soit $13564,8 \text{ m}^3 / \text{j}$. Mais en attendant la réalisation de transfert « Barrage de TAKSEBT – Commune de THENIA », la commune de THENIA continuera à être alimentée par les eaux souterraines.

I.4.1.2 Les Eaux Souterraines

La situation de l'alimentation en eau potable de la ville de THENIA, qui a connue une évolution notable en matière de satisfaction des besoins en eaux, risque d'être limitée à l'avenir, car malgré les efforts consentis, au titre des différents programmes de développement, la mobilisation des ressources en eaux souterraines, à tendance à baisser.

La mobilisation des ressources en eaux souterraines pour la ville de THENIA est assurée par le champ de captage de « Si Mustapha ».

I.4.1.3 Le Champ de Captage de « Si Mustapha »

Caractéristiques de Champ de Captage

Le champ de captage de Si Mustapha est caractérisé par plusieurs forages :

Tableau I.03 : Les Caractéristiques des Forages

Forages	F6	F7	F9	F13	F15	F16	F20
Q(l/s)	50	10	15	30	20	34	15
Le Débit Total est de 174 l/s							

Source : Subdivision de l'Hydraulique de la Daïra de THENIA

Caractéristiques de la Station de Pompage

La station de pompage de Si Mustapha est caractérisée par trois (03) Groupes Electropompes pour l'alimentation en eau par refoulement vers Thenia :

Tableau I.04 : Les Caractéristiques des G.E.P de refoulement vers THENIA

N° Groupes Electropompes	Débit (m ³ / h)	Débit (l / s)	HMT (m)	Puissance (Kw)
G.01	100	27,77	210	132
G.02	100	27,77	210	132
G.03	100	27,77	210	132
Le Débit Total est de 300 m ³ / h = 83,33 l / s				

Source : Subdivision de l'Hydraulique de la Daïra de THENIA

Actuellement et d'après les informations données par l'entreprise de gestion ADE (Algérienne Des Eaux), les Groupes Electropompes de refoulement vers THENIA fonctionnent à 70% de leurs rendements optimale.

Donc le débit de refoulement vers Thenia Q est :

$$Q = 0,70 \times 83,33 = 58,33 \text{ l/s} = 210 \text{ m}^3 / \text{h} = 5040 \text{ m}^3 / \text{j}$$

I.4.1.4 La Nouvelle Station de Pompage de Souk el Had

Dans le cadre de renforcement de l'alimentation en eau potable des villes de THENIA et BOUMERDES, on note que la direction de l'hydraulique a installé provisoirement un Groupes Electropompes ($Q = 144 \text{ m}^3 / \text{h}$, HMT = 233 m) au niveau de l'ancienne station de pompage centrale de Souk el Had en attendant la construction de la future station de pompage.

I.4.1.5 Station de Pompage pour l'Alimentation en Eau des Cites Tizouighine et Tamsaout

Cette station de pompage est située au niveau des réservoirs $2 \times 1500 \text{ m}^3$ au sud de la ville de THENIA. Elle est caractérisée par deux (02) Groupes Electropompes dont le débit est $Q = 10 \text{ l/s}$, une HMT = 54 m et une puissance $P = 15 \text{ Kw}$.

I.4.2 Les Ouvrages de Stockage

Le Stockage de l'eau potable de la ville de THENIA est assuré par six réservoirs. Les caractéristiques de ces réservoirs sont représentées dans le tableau I.05 :

Tableau I.05 : Les Caractéristiques des Réservoirs

Réservoirs	Situation	Capacité (m^3)	C.R (m)	C.T.P (m)	Zone d'Alimentation
01	Au Nord de la Ville	500	202,00	206,00	Alimentation de la Partie Nord de la Ville
02	Au Nord de la Ville	200	205,58	208,68	Alimentation de la Partie Nord de la Ville
03	Au Sud de la Ville	2×1500	223,00	228,00	Alimentation de la Partie Sud et Nord de Ville de Thenia ainsi que Tidjalabine et Boumerdes
04	Au Sud de la Ville	2×375	219,50	223,00	Alimentation de la Partie Sud de la Ville
05	Au Sud de la Ville	300	273,00	277,00	Alimentation de Tizouighine et Tamsaout
06	Sur la Route vers Boumerdes	250	147,00	149,00	Alimentation de CFPA et ENAVA

Source : Subdivision de l'Hydraulique de la Daïra de THENIA

I.4.3 Les Schémas d'Adduction

Le réseau d'adduction de la ville de THENIA est composé principalement de cinq (05) adductions reliant les stations de pompages aux six réservoirs. La longueur totale de ces adductions est environ 12,5 Km.

Tableau I.06 : Récapitulatif de l'Etat des Adductions Existantes

Adductions	Matériaux	Diamètre (mm)	Linéaire (m)	Etat
Station de Si Mustapha Réservoirs 2×1500 m ³	Fonte	400	5131	Moyen
Station de Souk el Had Réservoirs 2×1500 m ³	Fonte	400	4915	Bon
Réservoirs 2×1500 m ³ Réservoir 500 m ³	Acier	400	353	Moyen
		300	240	
		250	1285	
Réservoirs 2×1500 m ³ Réservoirs 2×375 m ³	Acier	250	150	Bon
S.P au Niveau de Réservoirs 2×1500 m ³ Réservoir 300 m ³ qui alimente les cites Tizouighine et Tamsaout	Acier	200	300	Bon

Source : Subdivision de l'Hydraulique de la Daira de THENIA

Tableau I.07 : Linéaire du Réseau d'Adduction

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau
400	10046	Fonte
400	353	Acier
300	240	Acier
250	1435	Acier
200	300	Acier

Tableau I.08 : Linéaire Total d'Adduction

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
Fonte	10046	81
Acier	2328	19
Total	12374	100

I.4.4 Le Réseau de Distribution

I.4.4.1 Le Réseau de la Partie Nord

La partie Nord de la ville de THENIA est alimentée à partir du réservoir $500 m^3$ par une conduite principale de diamètre $\varnothing 250 mm$. Ce réseau est caractérisée par : une partie de centre ville, cité 01 novembre, cité H.L.M, cité Djoudi, 160 logements, 100 logements, 250 logements, 150 logements, logements évolutifs.

Tableau I.09 : Linéaire du Réseau de la Partie Nord

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau
250	596	Amiante ciment
200	1929	Amiante ciment
150	956	Amiante ciment
100	4245	Amiante ciment
80	162	Amiante ciment
66	466	Acier
50	1132	Acier
90	328	PVC
63	367	PVC

I.4.4.2 Le Réseau de la Partie Sud

La partie Sud de la ville de THENIA est caractérisée par : une partie de centre ville, cité Tizouighine, cité Tamsaout, alimentée à partir des réservoirs suivants :

- $2 \times 1500 m^3$ a travers une conduite principale de diamètre $\varnothing 400 mm$ en acier.
- $2 \times 375 m^3$ a travers une conduite principale de diamètre $\varnothing 100 mm$ en amiante ciment.
- $300 m^3$ qui alimente les cites Tizouighine et Tamsaout.

Tableau I.10 : Linéaire du Réseau de la Partie Sud

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau
300	252	Amiante ciment
250	262	Amiante ciment
150	1398	Amiante ciment
100	6536	Amiante ciment
80	2315	Acier
66	102	Acier

Suite du Tableau I.10 : Linéaire du Réseau de la Partie Sud

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau
50	189	Acier
40	129	Acier

I.4.4.3 Le réseau du POS N° 01/A

Le réseau du POS N° 01/A est de type ramifié en Amiante Ciment de diamètre 150, 100 et 40 mm, alimenté a partir des piquages sur la maille principale du centre ville partie Sud.

Tableau I.11 : Linéaire du Réseau de POS N° 01/A

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau
150	1350	Amiante ciment
100	2476	Amiante ciment
40	277	Acier

I.4.4.4 Linéaire Total du Réseau de Distribution

Tableau I.12 : Linéaire Total de Distribution

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
Amiante Ciment	20000	72
Acier	7456	26
PVC	695	2
Total	28151	100

Conclusion

Après avoir fait connaissance de différents cotés de notre agglomération, sa situation géographique, sa démographie ainsi les caractéristiques de notre réseau et la situation hydraulique, on peut entamer l'étude de diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable de la ville de THENIA.

Chapitre II

Estimation des Besoins en Eau Potable

Introduction

Tout projet d'alimentation en eau potable doit être dimensionné pour satisfaire les besoins actuels et futurs. Cette exigence est difficile à satisfaire car les besoins évoluent, leurs évolution suit deux facteurs :

- La croissance de la population dans la localité pour laquelle est réalisé le projet.
- L'augmentation de la consommation en eau par usager.

Afin de faire un diagnostic efficace dans notre étude, on doit estimer avec exactitude les différents besoins en eau de notre agglomération, pour cela on doit fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur.

II.1 Evaluation Démographique

Lors du dernier recensement de 2008, la population de THENIA était de 21366 habitants. Le taux d'accroissement est de 2,21% selon la DPAT (Direction de la Planification et d'Aménagement du Territoire) de la Wilaya de BOUMERDES.

Pour l'estimation de la population, on utilise la formule de la croissance géométrique :

$$P_n = P_0 \cdot (1 + \tau)^n \dots\dots\dots (III.01)$$

Avec P_n : La population a l'horizon de calcul (*hab*).

P_0 : La population de base (*hab*).

τ : Le taux d'accroissement ($\tau = 2,21\%$).

n : L'écart d'années entre les deux horizons.

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau II.01 :

Tableau II.01 : Evaluation de la Population

Horizons	RGPH	Actuel	Court Terme	Moyen Terme	Long Terme
	2008	2010	2015	2025	2035
Taux d'Accroissement (%)	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21
Nombre d'Habitants	21 366	22 321	24 899	30 983	38 552

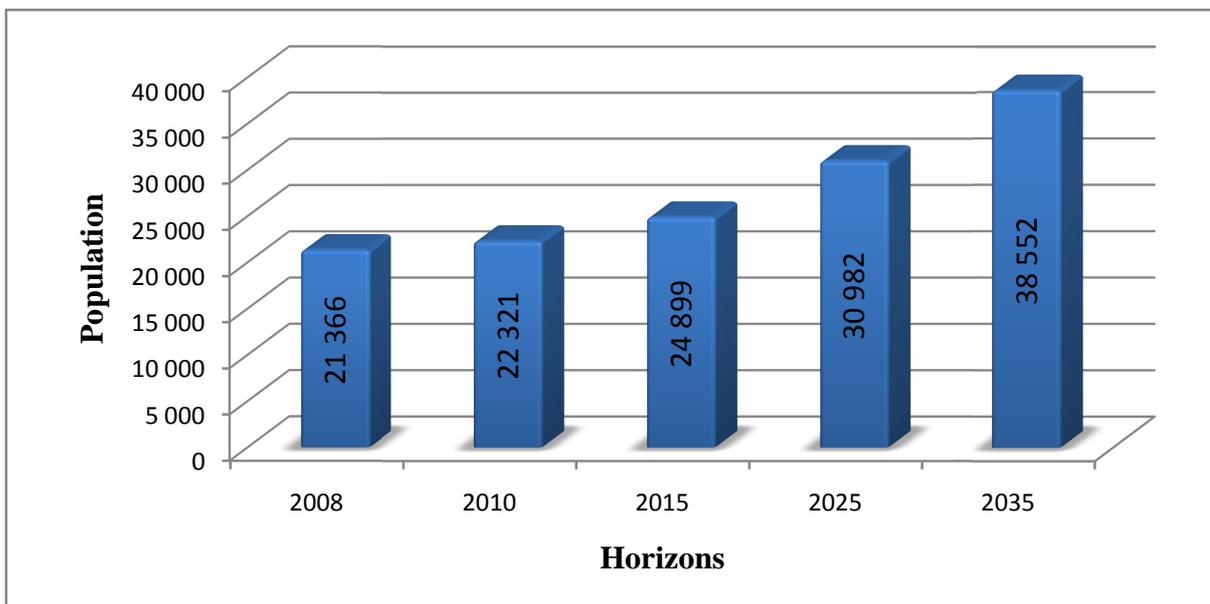


Figure II.01 : Evolution de la Population

II.2 Evaluation des Besoins en Eau a l'Etat Actuel 2010 [2]

II.2.1 Besoins Domestiques

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

$$Q_{moy,j} = \frac{Q_i \cdot N_i}{1000} \text{ en } (m^3/j) \dots \dots \dots (III.02)$$

Avec $Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière en (m^3/j) .

Q_i : Dotation moyenne journalière en $(l/j/hab)$.

N_i : Nombre d'Habitants.

Pour le cas de notre projet, et d'après les services de l'APC, le calcul des besoins domestiques à l'état actuel se fera à la base d'une dotation de 150 $l/j/hab$.

II.2.2 Besoins des Equipements Publics

Ils englobent les différents services suivants : Scolaires, Administratifs, Sanitaires, Culturels, ...etc. Le choix de la dotation est varié selon la catégorie.

II.2.3 Besoins d'Arrosages

La dotation pour l'arrosage des jardins publics et des rues est fixée de 05 l/m^2 sur une durée de 04 heures.

Tableau II.02 : Estimation des Besoins en Eau Potables à l'Horizon Actuel (2010)
pour les Différentes Catégories

Nature des Besoins	Equipements	Unité	Nombre	Dotation (l/j/Unité)	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)
Domestiques		Habitants	22321	150	3348.15
Scolaires	Ecoles Primaires	Elèves	1612	10	16.12
	C.E.M	Elèves	1242	10	12.42
	Lycées	Elèves	981	10	09.81
	C.F.P.A	Stagiaires	350	30	10.50
Administratifs	APC	Employés	75	15	01.13
	Daïra	Employés	65	15	00.98
	P.T.T	Employés	15	15	00.23
	Sonelgaz	Employés	10	15	00.15
	ADE	Employés	18	15	00.27
	D.U.CH	Employés	8	15	00.12
	Recette des Impôts	Employés	7	15	00.11
	C.N.A.S	Employés	12	15	00.18
	O.P.G.I	Employés	17	15	00.26
	Sûreté Urbaine	m^2	800	5	04.00
	Gendarmerie	m^2	600	5	03.00
	Protection Civile	Unité	1	25000	25.00
Sanitaires	Hôpital	Lit	340	60	20.40
	Dispensaire	Malade/J	150	40	06.00
	Polyclinique	Malade/J	300	50	15.00
Socioculturels et Sportifs	Mosquée	Fidèles	4000	20	80.00
	Salle Omnisport	m^2	610	5	03.05
	Stade	m^2	5600	5	28.00
	Salle de Sport	m^2	1550	5	07.75
Commerciaux	Marché	m^2	2610	5	13.05
	Boulangerie	Unité	8	500	04.00
	Boucherie	Unité	12	800	09.60
	Douche publique	Unité	5	12000	60.00
	Abattoir	Unité	1	4500	04.50
	Station de Service	Unité	1	6000	06.00
Arrosages	Rues	m^2	7000	5	35.00
	Jardins Publiques	m^2	4000	5	20.00
Total					3744.76

Tableau II.03 : Récapitulation des Besoins en Eau Potables l’Horizon Actuel (2010)

Nature des Besoins	$Q_{moy,j} (m^3/j)$
Domestiques	3348.15
Scolaires	48.85
Administratifs	35.41
Sanitaires	41.40
Socioculturels et Sportifs	118.80
Commerciaux	97.15
Arrosages	55.00
Total	3744.76

II.3 Variation des Débits de Consommation dans le Temps

En fonction des jours, des semaines et des mois, on observe une variation de la consommation, cette variation est d’autant plus forte que la période considérée est petite.

Les consommations ne sont pas uniformément réparties dans le temps :

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie des abonnés de l’agglomération considérée.
- Variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l’activité de la ville.
- Variations hebdomadaires qui dépendent du jour de la semaine.
- Variations journalières qui dépendent du graphique de consommation de la population.

II.4 Coefficient d’Irrégularité [2]

II.4.1 Coefficient d’Irrégularité Journalière Maximum ($K_{max,j}$)

Les ouvrages de production et de traitement doivent être dimensionnés pour pouvoir satisfaire la demande journalière maximale. On désigne par coefficient max journalier le rapport suivant :

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}} \dots\dots\dots (III.03)$$

Avec $Q_{max,j}$: Débit de consommation maximum journalier en (m^3/j).

$Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyen journalier en (m^3/j).

La valeur de $K_{max,j}$ varie entre 1,1 et 1,3 ; et pour notre cas on prend

$K_{max,j} = 1,3$.

Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau en majorant la consommation moyenne de 10% à 30%.

II.4.2 Coefficient d'Irrégularité Journalière Minimum ($K_{min,j}$)

Ce coefficient nous indique de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la consommation moyenne. Ce coefficient est donné par le rapport suivant :

$$K_{min,j} = \frac{Q_{min,j}}{Q_{moy,j}} \dots\dots\dots (III.04)$$

Avec $Q_{min,j}$: Débit de consommation minimum journalier en (m^3/j).

$Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyen journalier en (m^3/j).

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier ; $K_{min,j}$ varie de 0,7 à 0,9 ; et pour notre cas on prend $K_{min,j} = 0,8$.

II.4.3 Coefficient d'Irrégularité Horaire Maximum ($K_{max,h}$)

Les ouvrages de distribution d'eau doivent être dimensionnés pour fournir la demande horaire maximale de la journée de pointe.

Pour son calcul, on utilise la formule suivante :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \dots\dots\dots (III.05)$$

Avec α_{max} : Coefficient tenant compte du développement industriel du retard de consommation et des habitudes de la population, il varie de 1,2 à 1,4 ; pour notre cas on prend $\alpha_{max} = 1,3$.

β_{max} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le Tableau II.04 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.04 : Variation du coefficient β_{max}

Habitants	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1.1

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 22 321, donc $\beta_{max} = 1,188$

A.N $K_{max,h} = 1,3 \times 1,188 \Rightarrow \boxed{K_{max,h} = 1,54}$

II.4.4 Coefficient d'Irrégularité Horaire Minimum ($K_{min,h}$)

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire caractérisant la consommation la plus faible de la journée :

Pour son calcul, on utilise la formule suivante :

$$K_{min,h} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min} \dots\dots\dots (III.06)$$

Avec α_{min} : Coefficient tenant compte du développement industriel du retard de consommation et des habitudes de la population, 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.05 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.05 : Variation du coefficient β_{min}

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

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 22 321, donc $\beta_{min} = 0,523$

A.N $K_{min,h} = 0,5 \times 0,523 \Rightarrow \boxed{K_{min,h} = 0,26}$

II.5 Détermination des Débits Journaliers [2]

II.5.1 Débit Maximum Journalier ($Q_{max,j}$)

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 d'adduction et de distribution, il nous permet de dimensionner le réservoir et la station de pompage.

Ce débit est donné par :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \cdot Q_{moy,j} \dots\dots\dots (III.07)$$

Avec $K_{max,j}$: Coefficient d'irrégularité maximale journalière.

$Q_{moy,j}$: Débit de consommation moyen journalier en (m^3/j).

A.N $Q_{max,j} = 1,3 \times 3744,76 \Rightarrow \boxed{Q_{max,j} = 4868,18 m^3 / j = 56,34 l / s}$

II.5.2 Débit Minimum Journalier ($Q_{min,j}$)

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année, ce débit est donné par :

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \cdot Q_{\text{moy},j} \dots\dots\dots (III.08)$$

Avec $K_{\min,j}$: Coefficient d'irrégularité minimale journalière.

$Q_{\text{moy},j}$: Débit de consommation moyen journalier en (m^3/j).

A.N $Q_{\min,j} = 0,8 \times 3744,76 \Rightarrow \boxed{Q_{\min,j} = 2995,80 \text{ m}^3 / j = 34,67 \text{ l / s}}$

II.6 Détermination des Débits Horaires [2]

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

II.6.1 Débit Moyen Horaire ($Q_{\text{moy},h}$)

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = \frac{Q_{\max,j}}{24} \text{ en } (m^3/h) \dots\dots\dots (III.09)$$

Avec $Q_{\max,j}$: Débit de consommation maximum journalier en (m^3/j).

A.N $Q_{\text{moy},h} = \frac{4868,18}{24} \Rightarrow \boxed{Q_{\text{moy},h} = 202,84 \text{ m}^3 / h = 56,34 \text{ l / s}}$

II.6.2 Débit Maximum Horaire ($Q_{\max,h}$)

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

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} \cdot Q_{\text{moy},h} \dots\dots\dots (III.10)$$

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

$Q_{\text{moy},h}$: Débit de consommation moyen horaire en (m^3/h).

A.N $Q_{\max,h} = 1,54 \times 202,84 \Rightarrow \boxed{Q_{\max,h} = 312,37 \text{ m}^3 / h = 86,77 \text{ l / s}}$

II.6.3 Débit Minimum Horaire ($Q_{\min,h}$)

Le débit minimum horaire est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\min,h} = K_{\min,h} \cdot Q_{\text{moy},h} \dots\dots\dots (III.10)$$

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

$Q_{\text{moy},h}$: Débit de consommation moyen horaire en (m^3/h).

A.N $Q_{\min,h} = 0,26 \times 202,84 \Rightarrow \boxed{Q_{\min,h} = 52,74 \text{ m}^3 / h = 14,65 \text{ l / s}}$

Le tableau II.06 donne la récapitulation des calculs des différents débits.

Tableau II.06 : Résultats de calculs des différents débits journaliers et horaires à l'état actuel (2010)

Débits Journaliers	$Q_{moy,j}$	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$
Résultats en (m^3/j)	3744.76	1.3	4868.18	0.8	2995.80
Résultats en (l/s)	43.34		56.34		34.67
Débits Horaires	$Q_{moy,h}$	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$	$K_{min,h}$	$Q_{min,h}$
Résultats en (m^3/h)	202.84	1.54	312.37	0.26	52.74
Résultats en (l/s)	56.34		86.77		14.65

II.7 Evaluation de la Consommation Horaire en Fonction du Nombre d'Habitants à l'Etat Actuel 2010

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 N° II.07.

Tableau II.07 : Variations horaires de la consommation totale dans divers centres d'agglomérations

Heures	Nombres d'Habitants				
	Moins de 10.000	de 10.001 à 50.000	de 50.0001 à 100.000	Plus de 100.000	Agglomér. de Type Rurale
00-01	1.00	1.50	3.00	3.35	0.75
01-02	1.00	1.50	3.20	3.25	0.75
02-03	1.00	1.50	2.50	3.30	1.00
03-04	1.00	1.50	2.60	3.20	1.00
04-05	2.00	2.50	3.50	3.25	3.00
05-06	3.00	3.50	4.10	3.40	5.50
06-07	5.00	4.50	4.50	3.85	5.50
07-08	6.50	5.50	4.90	4.45	5.50
08-09	6.50	6.25	4.90	5.20	3.50
09-10	5.50	6.25	5.60	5.05	3.50
10-11	4.50	6.25	4.80	4.85	6.00
11-12	5.50	6.25	4.70	4.60	8.50
12-13	7.00	5.00	4.40	4.60	8.50
13-14	7.00	5.00	4.10	4.55	6.00
14-15	5.50	5.50	4.20	4.75	5.00
15-16	4.50	6.00	4.40	4.70	5.00

Suite du Tableau II.07 : Variations horaires de la consommation totale dans divers centres d'agglomérations

Heures	Nombres d'Habitants				
	Moins de 10.000	de 10.001 à 50.000	de 50.0001 à 100.000	Plus de 100.000	Agglomér. de Type Rurale
16-17	5.00	6.00	4.30	4.65	3.50
17-18	6.50	5.50	4.10	4.35	3.50
18-19	6.50	5.00	4.50	4.40	6.00
19-20	5.00	4.50	4.50	4.30	6.00
20-21	4.50	4.00	4.50	4.30	6.00
21-22	3.00	3.00	4.80	4,20	3.00
22-23	2.00	2.00	4.60	3.75	2.00
23-24	1.00	1.50	3.30	3.70	1.00

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

Pour notre cas on choisie la répartition variant entre 10001 et 50000 habitants (puisque le nombre d'habitants à l'année 2010 est de 22321 *hab*), dont la répartition est indiquée dans le tableau ci-après.

La durée d'arrosage pendant la journée est prévue pour quatre (04) heures. Avec deux heures le matin et deux heures le soir.

Tableau II.08 : Variation des débits horaires de la ville de THENIA

Heures	Agglomérations		Arrosage		Q_{max} Journalier		La Courbe Intégrale	
	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h
00-01	1.50	071.95			1.48	071.95	01.48	0071.95
01-02	1.50	071.95			1.48	071.95	02.97	0143.90
02-03	1.50	071.95			1.48	071.95	04.45	0215.85
03-04	1.50	071.95			1.48	071.95	05.93	0287.80
04-05	2.50	119.92			2.47	119.92	08.40	0407.72
05-06	3.50	167.88			3.46	167.88	11.86	0575.60
06-07	4.50	215.85			4.45	215.85	16.31	0791.45
07-08	5.50	263.82			5.44	263.82	21.75	1055.27
08-09	6.25	299.79	25.00	13.75	6.46	313.54	28.21	1368.81
09-10	6.25	299.79	25.00	13.75	6.46	313.54	34.68	1682.36
10-11	6.25	299.79			6.18	299.79	40.85	1982.15
11-12	6.25	299.79			6.18	299.79	47.03	2281.94
12-13	5.00	239.83			4.94	239.83	51.98	2521.77

Suite du Tableau II.08 : Variation des débits horaires de la ville de THENIA

Heures	Agglomérations		Arrosage		Q_{max} Journalier		La Courbe Intégrale	
	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h
13-14	5.00	239.83			4.94	239.83	56.92	2761.61
14-15	5.50	263.82			5.44	263.82	62.36	3025.43
15-16	6.00	287.80			5.93	287.80	68.29	3313.23
16-17	6.00	287.80	25.00	13.75	6.22	301.55	74.51	3614.78
17-18	5.50	263.82	25.00	13.75	5.72	277.57	80.23	3892.35
18-19	5.00	239.83			4.94	239.83	85.17	4132.18
19-20	4.50	215.85			4.45	215.85	89.62	4348.03
20-21	4.00	191.87			3.95	191.87	93.57	4539.90
21-22	3.00	143.90			2.97	143.90	96.54	4683.80
22-23	2.00	095.93			1.98	095.93	98.52	4779.73
23-24	1.50	071.95			1.48	071.95	100.00	4851.68
Total	100.00	4 796.68	100.00	55.00	100.00	4 851.68	/	/

A partir de ce tableau on trouve $Q_{max,h} = 313,54 m^3 / h = 87,10 l / s$ et $Q_{min,h} = 71,95 m^3 / h = 19,99 l / s$.

Les résultats trouvés nous permettent de tracer respectivement le graphique de la consommation totale et la courbe intégrale représentées dans les Figures II.02 et II.03.

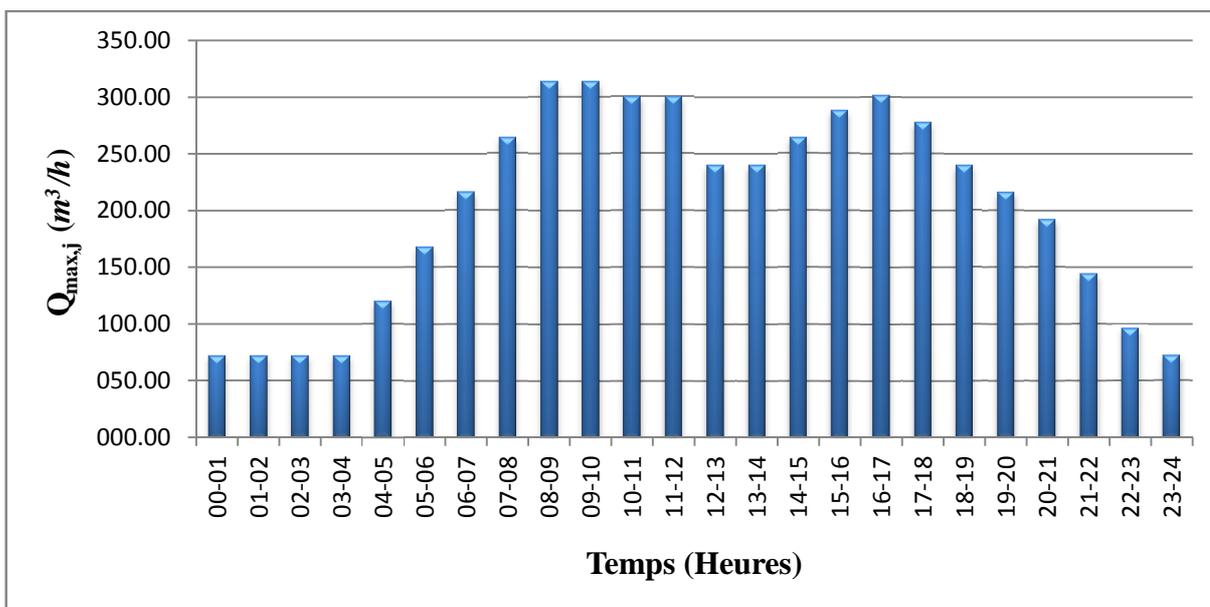


Figure II.02 : Graphique de la Consommation Totale

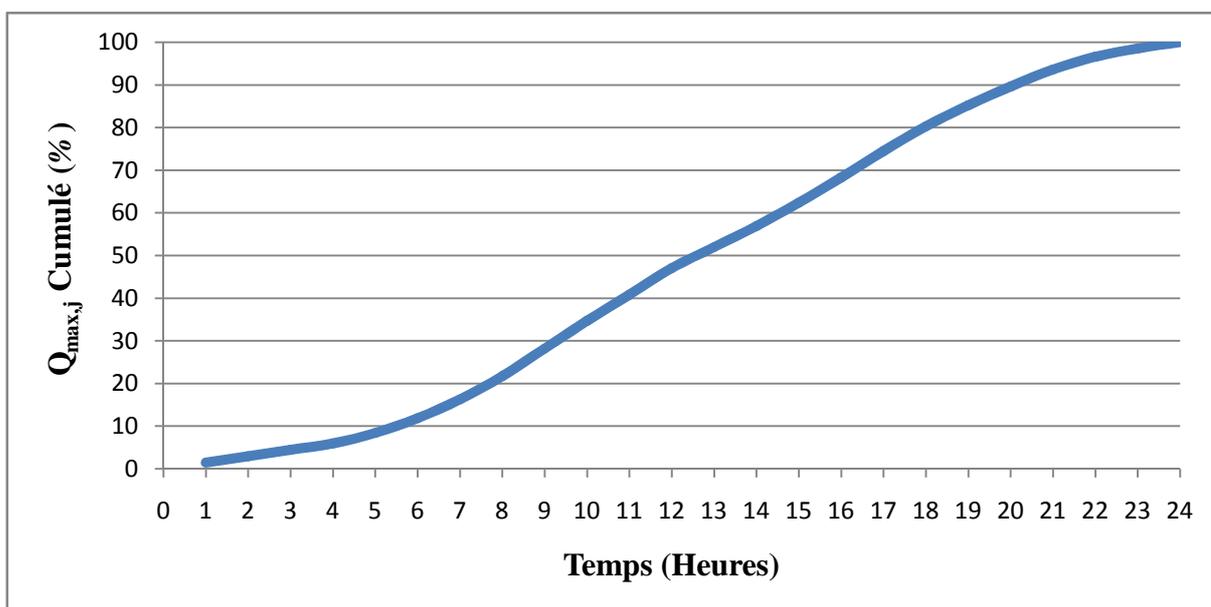


Figure II.03 : La Courbe Intégrale

II.8 Estimation des Besoins en Eau Potable à l'Horizon 2035

II.8.1 Calcul des Besoins Moyens Journaliers

II.8.1.1 Besoins Domestiques

L'estimation de la population par la formule (III.01) des intérêts composés pour chaque horizon, nous donne les besoins en eau journaliers de chaque horizon en appliquant la formule (III.02).

Les besoins domestiques pour les différents horizons sont indiqués dans le tableau II.09

Tableau II.09 : Evolution des besoins domestiques dans le futur

Horizons	Nombre d'Habitants	Dotation (l/j/hab)	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)
Actuel (2010)	22321	150	3 348.15
Court Terme (2015)	24899	200	4 979.80
Moyen Terme (2025)	30983	200	6 196.60
Long Terme (2035)	38552	200	7 710.40

II.8.1.2 Besoins des Equipements Publics

Le tableau suivant représente la répartition prévisionnelle de la consommation selon les usagés en (%) de la consommation domestique d'après le plan nationale de l'eau.

Tableau II.10 : Répartition prévisionnelle de la consommation selon les usagés

Type d'Agglomération	Administration	Commerce	Industrie
Métropole Nationale	30%	15%	10%
Métropole Régionale	20%	10%	10%
Agglomération Urbaine	15%	08%	10%
Agglomération Semi-rurale	10%	05%	05%
Agglomération Rurale	05%	03%	02%

Source : Plan National de l'Eau/Volet Eau Potable et Industrielle

Et puisque la ville de THENIA est une agglomération urbaine, on obtient les résultats suivant :

Tableau II.11 : Evolution des besoins d'équipements dans le futur

Horizons	Court Terme (2015)	Moyen Terme (2025)	Long Terme (2035)
Besoins Domestiques (m^3/j)	4 979.80	6 196.60	7 710.40
Besoins Administratifs (m^3/j)	746.97	929.49	1 156.56
Besoins Commerciaux (m^3/j)	398.38	495.73	616.83
Besoins Industriels (m^3/j)	497.98	619.66	771.04
Besoins Total d'Equipements (m^3/j)	1 643.33	2 044.88	2 544.43

II.8.1.3 Bilan des Besoins Moyens en Eau

Tableau II.12 : Evolution des besoins d'Agglomération dans le futur

Horizons	Court Terme (2015)	Moyen Terme (2025)	Long Terme (2035)
Besoins Domestiques (m^3/j)	4 979.80	6 196.60	7 710.40
Besoins des Equipements (m^3/j)	1 643.33	2 044.88	2 544.43
Besoins Domestiques + Besoins des Equipements (m^3/j)	6 623.13	8 241.48	10 254.83
Perte (30%) (m^3/j)	1 986.94	2 472.44	3 076.45
$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	8 610.07	10 713.92	13 331.28

II.8.2 Détermination des Débits de Consommation

En appliquant les mêmes procédés et les mêmes formules présentées auparavant, on a trouvé les résultats de calculs des débits présentés dans le tableau II.13 :

Tableau II.13 : Résultats de calculs des différents débits journaliers et horaires à l'horizon (2035)

Débits Journaliers	$Q_{moy,j}$	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$
Résultats en (m^3/j)	13331.28	1.3	17330.67	0.8	10665.03
Résultats en (l/s)	154.30		200.59		123.44
Débits Horaires	$Q_{moy,h}$	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$	$K_{min,h}$	$Q_{min,h}$
Résultats en (m^3/h)	722.11	1.49	1075.95	0.31	223.85
Résultats en (l/s)	200.59		298.87		62.18

II.8.3 Evaluation de la Consommation Horaire en Fonction du Nombre d'Habitants à l'Horizon 2035

Le nombre d'habitants de la ville de THENIA de l'année 2035 sera 38552 habitants. D'après le tableau II.07 on prend donc pour notre cas la répartition de 10.001 à 50.000 habitants.

Tableau II.14 : Variation des débits horaires de la ville de THENIA

Heures	Agglomérations		Arrosage		Q_{max} Journalier		La Courbe Intégrale	
	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h
00-01	1.50	259.96			1.50	259.96	01.50	0259.96
01-02	1.50	259.96			1.50	259.96	02.99	0519.92
02-03	1.50	259.96			1.50	259.96	04.49	0779.88
03-04	1.50	259.96			1.50	259.96	05.98	1039.84
04-05	2.50	433.27			2.49	433.27	08.47	1473.11
05-06	3.50	606.57			3.49	606.57	11.96	2079.68
06-07	4.50	779.88			4.49	779.88	16.45	2859.56
07-08	5.50	953.19			5.48	953.19	21.93	3812.75
08-09	6.25	1083.17	25.00	13.75	6.31	1096.92	28.24	4909.66
09-10	6.25	1083.17	25.00	13.75	6.31	1096.92	34.55	6006.58
10-11	6.25	1083.17			6.23	1083.17	40.78	7089.75
11-12	6.25	1083.17			6.23	1083.17	47.01	8172.91
12-13	5.00	866.53			4.98	866.53	51.99	9039.45
13-14	5.00	866.53			4.98	866.53	56.98	9905.98
14-15	5.50	953.19			5.48	953.19	62.46	10859.17
15-16	6.00	1039.84			5.98	1039.84	68.44	11899.01
16-17	6.00	1039.84	25.00	13.75	6.06	1053.59	74.50	12952.60
17-18	5.50	953.19	25.00	13.75	5.56	966.94	80.06	13919.53
18-19	5.00	866.53			4.98	866.53	85.05	14786.07
19-20	4.50	779.88			4.49	779.88	89.53	15565.95

Suite du Tableau II.14 : Variation des débits horaires de la ville de THENIA

Heures	Agglomérations		Arrosage		Q_{max} Journalier		La Courbe Intégrale	
	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h	%	m^3/h
20-21	4.00	693.23			3.99	693.23	93.52	16259.17
21-22	3.00	519.92			2.99	519.92	96.51	16779.09
22-23	2.00	346.61			1.99	346.61	98.50	17125.71
23-24	1.50	259.96			1.50	259.96	100.00	17385.67
Total	100.00	17 330.67	100.00	55.00	100.00	17 385.67	/	/

A partir de ce tableau on trouve $Q_{max,h} = 1096,92 m^3/h = 304,70 l/s$ et $Q_{min,h} = 259,96 m^3/h = 72,21 l/s$. Les résultats trouvés nous permettent de tracer respectivement le graphique de la consommation totale et la courbe intégrale représentées dans les Figures II.04 et II.05.

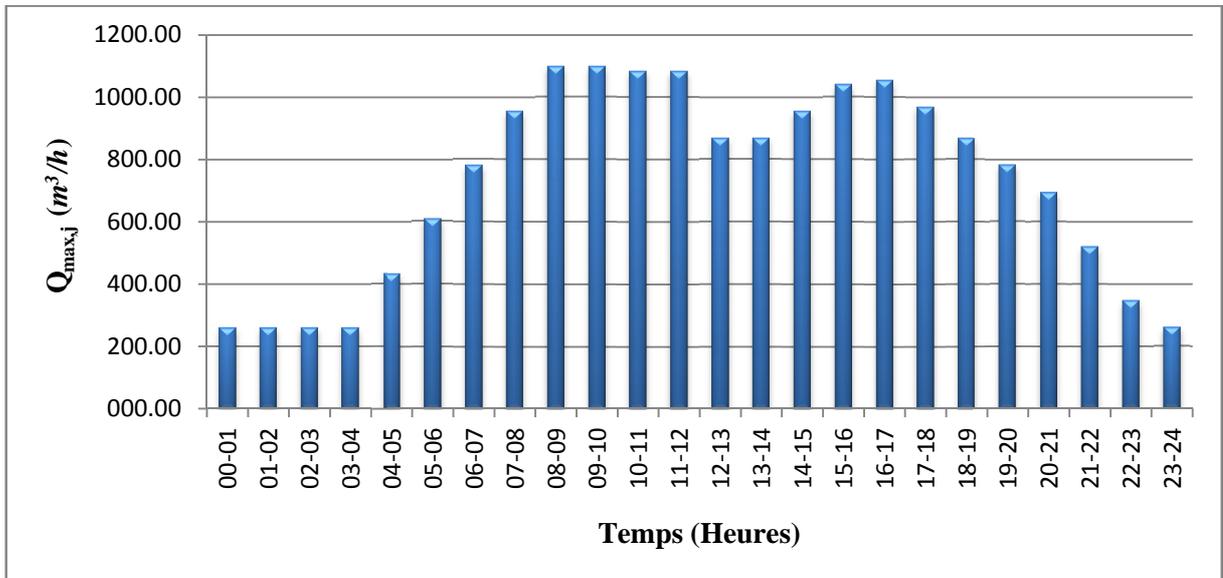


Figure II.04 : Graphique de la Consommation Totale

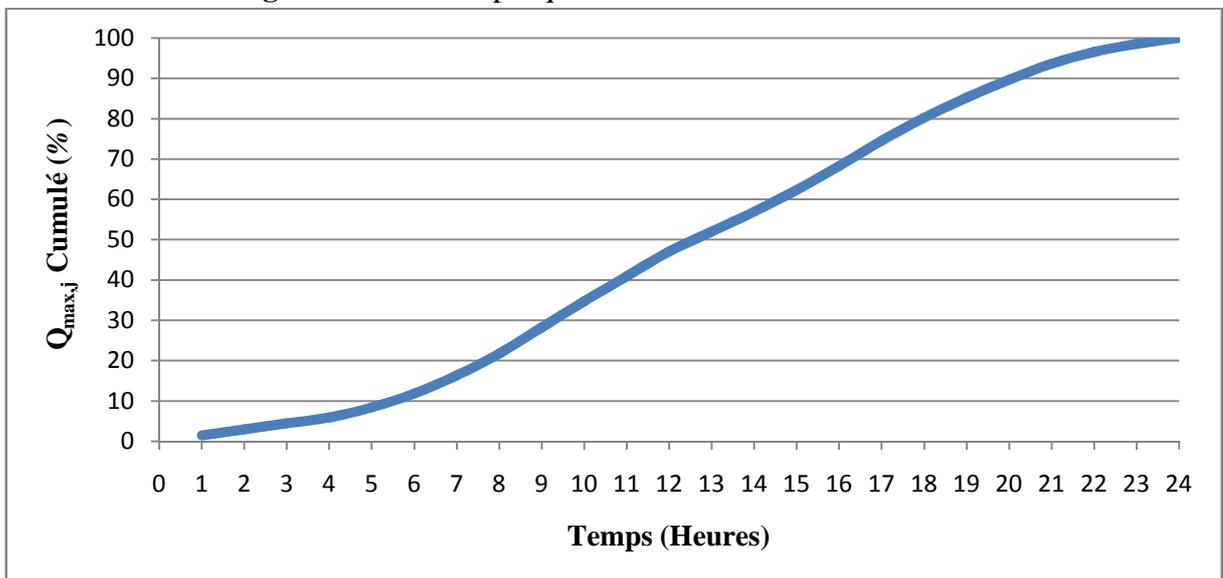


Figure II.05 : La Courbe Intégrale

II.9 Analyse de la Capacité de Stockage

Le volume utile du réservoir est donné par la relation suivante :

$$V_U = \frac{a \cdot Q_{\max,j}}{100} \dots\dots\dots (III.11)$$

Avec a : Représente le maximum des restes d'eau dans le réservoir en pourcentage.

$Q_{\max,j}$: Débit de consommation maximum journalier en (m^3/j).

La réserve d'incendie est par définition, la réserve minimale d'eau nécessaire pour l'extinction d'un sinistre moyen d'une durée de deux heures avec un débit moyen de $60 m^3/h$, en conséquence cette réserve minimale à prévoir est de $120 m^3$. Alors le volume total du réservoir serait le suivant :

$$V_T = V_U + V_{INC} \dots\dots\dots (III.12)$$

Tableau II.15 : Détermination de la capacité du stockage

Heures	Consommation de l'Eau en %	Refoulement de l'Eau en %	Arrivée d'Eau au Réservoir en %	Départ d'Eau du Réservoir en %	Reste d'Eau dans le Réservoir en %
00-01	1.50	4.17	2.67		08.83
01-02	1.50	4.17	2.67		11.50
02-03	1.50	4.17	2.67		14.17
03-04	1.50	4.17	2.67		16.83
04-05	2.50	4.17	1.67		18.50
05-06	3.50	4.17	0.67		19.17
06-07	4.50	4.17		0.33	18.83
07-08	5.50	4.17		1.33	17.50
08-09	6.25	4.17		2.08	15.42
09-10	6.25	4.17		2.08	13.33
10-11	6.25	4.17		2.08	11.25
11-12	6.25	4.17		2.08	09.17
12-13	5.00	4.17		0.83	08.33
13-14	5.00	4.17		0.83	07.50
14-15	5.50	4.17		1.33	06.17
15-16	6.00	4.17		1.83	04.33
16-17	6.00	4.17		1.83	02.50
17-18	5.50	4.17		1.33	01.17
18-19	5.00	4.17		0.83	00.33
19-20	4.50	4.17		0.33	00.00
20-21	4.00	4.17	0.17		00.17
21-22	3.00	4.17	1.17		01.33
22-23	2.00	4.17	2.17		03.50
23-24	1.50	4.17	2.67		06.17
Totaux	100.00	100.00	19.17	19.17	/

Tableau II.16 : Résultats du calcul du volume total du stockage à l'état actuel (2010) et à long terme (2035).

Horizons	$Q_{\max,j}$ (m^3/j)	a (%)	V_U (m^3)	V_{INC} (m^3)	V_T (m^3)
Etat Actuel (2010)	4 851.68	19.17	930	6×120	1 650
Long Terme (2035)	17 385.67	19.17	3 332	6×120	4 052

Le Stockage de l'eau potable de la ville de THENIA est assuré par 6 réservoirs (500, 200, 2×1500, 2×375, 300 et 250 m^3), ce qui fait un volume total existant de 5000 m^3 .

Tableau II.17 : Bilan du stockage

Horizons	Stockage Nécessaire (m^3)	Stockage Disponible (m^3)	Déficit (m^3)	Surplus (m^3)
Etat Actuel (2010)	1 650	5000	/	3 350
Long Terme (2035)	4 052	5000	/	948

La capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération à l'état actuel et à long terme.

II.10 Analyse de la Capacité de la Ressource

L'alimentation en eau potable de la ville de THENIA est assurée par le champ de captage de « Si Mustapha ». La station de pompage de Si Mustapha est caractérisée par trois Groupes Electropompes qui refoulent un débit $Q = 58,33 \text{ l/s} = 5040 \text{ m}^3 / j$.

Tableau II.18 : Bilan Besoins-Ressources (Production à partir de la station de pompage de Si Mustapha)

Horizons	Besoins Moyens Journaliers			Besoins Journaliers de Pointe		
	Besoins (m^3/j)	Capacité Ressource (m^3/j)	Excédent ou Déficit (m^3/j)	Besoins (m^3/j)	Capacité Ressource (m^3/j)	Excédent ou Déficit (m^3/j)
Etat Actuel (2010)	3 744.76	5 040.00	+ 1 295.25	4 868.18	5 040.00	+ 171.82
Long Terme (2035)	13 331.28		- 8 291.28	17 385.67		- 12 345.67

A partir des valeurs résultantes de ce tableau, on constate que la ressource actuelle satisfait les besoins de notre agglomération à l'état actuel que sa soit en journée de besoins moyens ou en journée de pointe.

Et à long terme, la Wilaya de BOUMERDES compte enrichir ses potentialités en eaux potables, à partir du barrage de TAKSEBT. Plusieurs agglomérations bénéficieront des eaux régularisées par ce barrage et parmi elles; la commune de THENIA par un débit de 157 l/s , soit $13564,80 \text{ m}^3 / \text{j}$.

Tableau II.19 : Bilan Besoins-Ressources (Production réservée pour THENIA à partir du barrage TAKSEBT + Production à partir de la station de pompage de Si Mustapha)

Horizons	Besoins Moyens Journaliers			Besoins Journaliers de Pointe		
	Besoins (m^3/j)	Capacité Ressource (m^3/j)	Excédent ou Déficit (m^3/j)	Besoins (m^3/j)	Capacité Ressource (m^3/j)	Excédent ou Déficit (m^3/j)
Etat Actuel (2010)	3 744.76	18 604.80	+ 14 860.04	4 868.18	18 604.80	+ 13 736.62
Long Terme (2035)	13 331.28		+ 5 273.52	17 385.67		+ 1 219.13

Il apparaît clairement que la production réservée pour THENIA à partir du barrage TAKSEBT + la production à partir de la station de pompage de Si Mustapha est satisfaisante, elle répond aux besoins en eau de l'agglomération à l'horizon 2035.

Conclusion

A partir de ce chapitre on a constaté que les ouvrages de stockage et les ressources sont suffisants pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de THENIA à l'état actuel et à long terme.

Vu le taux d'accroissement important de la population de la ville de THENIA, nous avons remarqué que les besoins de la population vont pratiquement tripler à l'horizon 2035. Pour cela, il est impérativement nécessaire de vérifier le comportement du réseau pour l'état actuel et dans le futur, c'est ce qu'on va faire dans le chapitre suivant.

Chapitre III

Fonctionnement du Réseau Existant

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une simulation du comportement hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel WaterCAD. On va vérifier la fiabilité de notre réseau c'est-à-dire déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel. Pour cela, nous allons tout d'abord calculer les débits aux nœuds et les débits en route pour chaque tronçon.

III.1 Calcul Hydraulique du Réseau Existant

Le système d'AEP existant dans la ville de THENIA est le système de distribution avec des réservoirs de tête, donc la simulation de fonctionnement du réseau de distribution se fera pour les cas les plus usuels qui sont :

- Cas de pointe.
- Cas de pointe plus incendie.

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule les débits en route pendant l'heure de pointe et pointe plus incendie.
- On détermine le débit spécifique en considérant les débits en route.

D'après les résultats du tableau III.08, la période de pointe s'étale entre 08h et 10h du matin avec un débit de pointe égale à 87,10 l/s.

III.1.1 Cas de Pointe

III.1.1.1 Débit Spécifique Q_{sp}

Il est défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau.

La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pt}}{\sum L} \text{ en (l/s/m) (III.01)}$$

Avec Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/m).

Q_{pt} : Débit de pointe (l/s).

$\sum L$: La somme des longueurs des tronçons véhiculant un débit en route en (m).

A.N $Q_{sp} = \frac{87,10}{23742} \Rightarrow \boxed{Q_{sp} = 0,00367 \text{ l/s/m}}$

III.1.1.2 Débit en Route Q_r

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon du réseau. Le débit en route est donné par la formule suivante :

$$Q_{r_i} = Q_{sp} \cdot L_i \text{ en (l/s) (III.02)}$$

Avec Q_{r_i} : Débit en route dans le tronçon i en (l/s).

Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/m).

L_i : Longueur du tronçon i en (m).

III.1.1.3 Débit Nodal Q_n

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

$$Q_{n_i} = 0,5 \cdot \sum Q_{r_i} + \sum Q_{conc} \text{ en (l/s) (III.03)}$$

Avec Q_{n_i} : Débit au nœud i en (l/s).

Q_{r_i} : La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i en (l/s).

Q_{conc} : La somme des débits concentrés au nœud i en (l/s).

L_i : Longueur du tronçon i en (m).

Remarque :

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est nulle ($\sum Q_{conc} = 0$).

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe du réseau de distribution sont donnés dans le tableau III.01.



Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-001	C-001	020	0.00367	0.07	0.04	0.32
	C-157	156	0.00367	0.57	0.29	
N-002	C-002	053	0.00367	0.19	0.10	0.10
N-003	C-006	066	0.00367	0.24	0.12	0.12
N-004	C-002	053	0.00367	0.19	0.10	0.32
	C-004	037	0.00367	0.14	0.07	
	C-001	020	0.00367	0.07	0.04	
	C-006	066	0.00367	0.24	0.12	
N-005	C-143	050	0.00367	0.18	0.09	0.09
N-006	C-003	033	0.00367	0.12	0.06	0.06
N-007	C-142	028	0.00367	0.10	0.05	0.20
	C-143	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-003	033	0.00367	0.12	0.06	
N-008	C-005	047	0.00367	0.17	0.09	0.09
N-009	C-004	037	0.00367	0.14	0.07	0.21
	C-005	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-142	028	0.00367	0.10	0.05	
N-010	C-007	248	0.00367	0.91	0.45	0.65
	C-008	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-010	058	0.00367	0.21	0.11	
N-011	C-007	248	0.00367	0.91	0.45	0.45
N-012	C-009	096	0.00367	0.35	0.18	0.18
N-013	C-008	049	0.00367	0.18	0.09	0.27
	C-009	096	0.00367	0.35	0.18	
N-014	C-010	058	0.00367	0.21	0.11	0.45
	C-015	114	0.00367	0.42	0.21	
	C-012	073	0.00367	0.27	0.13	
N-015	C-011	069	0.00367	0.25	0.13	0.68
	C-029	178	0.00367	0.65	0.33	
	C-013	122	0.00367	0.45	0.22	
N-016	C-156	082	0.00367	0.30	0.15	0.15
N-017	C-024	067	0.00367	0.25	0.12	0.40
	C-156	082	0.00367	0.30	0.15	
	C-011	069	0.00367	0.25	0.13	
N-018	C-012	073	0.00367	0.27	0.13	0.47
	C-018	115	0.00367	0.42	0.21	
	C-027	068	0.00367	0.25	0.12	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-019	C-013	122	0.00367	0.45	0.22	0.43
	C-014	071	0.00367	0.26	0.13	
	C-016	040	0.00367	0.15	0.07	
N-020	C-017	041	0.00367	0.15	0.08	0.45
	C-022	081	0.00367	0.30	0.15	
	C-014	071	0.00367	0.26	0.13	
	C-025	054	0.00367	0.20	0.10	
N-021	C-016	040	0.00367	0.15	0.07	0.41
	C-019	071	0.00367	0.26	0.13	
	C-015	114	0.00367	0.42	0.21	
N-022	C-018	115	0.00367	0.42	0.21	0.56
	C-020	080	0.00367	0.29	0.15	
	C-017	041	0.00367	0.15	0.08	
	C-019	071	0.00367	0.26	0.13	
N-023	C-021	117	0.00367	0.43	0.21	0.57
	C-026	009	0.00367	0.03	0.02	
	C-169	183	0.00367	0.67	0.34	
N-024	C-023	041	0.00367	0.15	0.08	0.77
	C-169	183	0.00367	0.67	0.34	
	C-020	080	0.00367	0.29	0.15	
	C-021	117	0.00367	0.43	0.21	
N-025	C-170	192	0.00367	0.70	0.35	0.58
	C-022	081	0.00367	0.30	0.15	
	C-023	041	0.00367	0.15	0.08	
N-026	C-025	054	0.00367	0.20	0.10	0.57
	C-024	067	0.00367	0.25	0.12	
	C-170	192	0.00367	0.70	0.35	
N-027	C-027	068	0.00367	0.25	0.12	0.53
	C-028	210	0.00367	0.77	0.39	
	C-026	009	0.00367	0.03	0.02	
N-028	C-028	210	0.00367	0.77	0.39	0.39
N-029	C-159	179	0.00367	0.66	0.33	1.11
	C-165	222	0.00367	0.81	0.41	
	C-059	099	0.00367	0.36	0.18	
	C-158	106	0.00367	0.39	0.19	
N-030	C-030	039	0.00367	0.14	0.07	0.49
	C-036	052	0.00367	0.19	0.10	
	C-029	178	0.00367	0.65	0.33	
N-031	C-031	069	0.00367	0.25	0.13	0.44
	C-032	132	0.00367	0.48	0.24	
	C-030	039	0.00367	0.14	0.07	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-032	C-033	130	0.00367	0.48	0.24	0.61
	C-031	069	0.00367	0.25	0.13	
	C-032	132	0.00367	0.48	0.24	
N-033	C-033	130	0.00367	0.48	0.24	0.24
N-034	C-034	047	0.00367	0.17	0.09	0.41
	C-040	048	0.00367	0.18	0.09	
	C-171	095	0.00367	0.35	0.17	
	C-037	032	0.00367	0.12	0.06	
N-035	C-035	062	0.00367	0.23	0.11	0.48
	C-042	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-034	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-038	105	0.00367	0.39	0.19	
N-036	C-035	062	0.00367	0.23	0.11	0.11
N-037	C-037	032	0.00367	0.12	0.06	0.35
	C-038	105	0.00367	0.39	0.19	
	C-036	052	0.00367	0.19	0.10	
N-038	C-039	074	0.00367	0.27	0.14	0.14
N-039	C-041	046	0.00367	0.17	0.08	0.40
	C-039	074	0.00367	0.27	0.14	
	C-042	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-046	048	0.00367	0.18	0.09	
N-040	C-043	047	0.00367	0.17	0.09	0.35
	C-044	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-040	048	0.00367	0.18	0.09	
	C-041	046	0.00367	0.17	0.08	
N-041	C-172	105	0.00367	0.39	0.19	0.45
	C-043	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-171	095	0.00367	0.35	0.17	
N-042	C-045	032	0.00367	0.12	0.06	0.45
	C-048	058	0.00367	0.21	0.11	
	C-044	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-172	105	0.00367	0.39	0.19	
N-043	C-046	048	0.00367	0.18	0.09	0.55
	C-047	152	0.00367	0.56	0.28	
	C-050	066	0.00367	0.24	0.12	
	C-045	032	0.00367	0.12	0.06	
N-044	C-052	045	0.00367	0.17	0.08	0.42
	C-047	152	0.00367	0.56	0.28	
	C-049	034	0.00367	0.12	0.06	
N-045	C-049	034	0.00367	0.12	0.06	0.29
	C-048	058	0.00367	0.21	0.11	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-045	C-050	066	0.00367	0.24	0.12	0.29
N-046	C-173	162	0.00367	0.59	0.30	0.30
N-047	C-051	098	0.00367	0.36	0.18	0.56
	C-053	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-173	162	0.00367	0.59	0.30	
N-048	C-051	098	0.00367	0.36	0.18	0.18
N-049	C-054	224	0.00367	0.82	0.41	0.58
	C-052	045	0.00367	0.17	0.08	
	C-053	047	0.00367	0.17	0.09	
N-050	C-055	054	0.00367	0.20	0.10	0.67
	C-058	085	0.00367	0.31	0.16	
	C-054	224	0.00367	0.82	0.41	
N-051	C-056	082	0.00367	0.30	0.15	0.15
N-052	C-056	082	0.00367	0.30	0.15	0.60
	C-057	192	0.00367	0.70	0.35	
	C-055	054	0.00367	0.20	0.10	
N-053	C-057	192	0.00367	0.70	0.35	0.35
N-054	C-060	445	0.00367	1.63	0.82	0.82
N-055	C-059	099	0.00367	0.36	0.18	1.15
	C-058	085	0.00367	0.31	0.16	
	C-060	445	0.00367	1.63	0.82	
N-056	C-061	1072	0.00367	3.93	1.97	1.97
N-057	C-063	056	0.00367	0.21	0.10	1.58
	C-062	367	0.00367	1.35	0.67	
	C-065	436	0.00367	1.60	0.80	
N-058	C-064	204	0.00367	0.75	0.37	0.54
	C-063	056	0.00367	0.21	0.10	
	C-110	033	0.00367	0.12	0.06	
N-059	C-064	204	0.00367	0.75	0.37	0.37
N-060	C-065	436	0.00367	1.60	0.80	1.89
	C-111	592	0.00367	2.17	1.09	
N-061	C-066	078	0.00367	0.29	0.14	0.14
N-062	C-067	069	0.00367	0.25	0.13	0.13
N-063	C-066	078	0.00367	0.29	0.14	0.38
	C-068	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-069	078	0.00367	0.29	0.14	
N-064	C-067	069	0.00367	0.25	0.13	0.47
	C-074	060	0.00367	0.22	0.11	
	C-068	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-070	076	0.00367	0.28	0.14	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-065	C-069	078	0.00367	0.29	0.14	0.33
	C-071	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-113	055	0.00367	0.20	0.10	
N-066	C-070	076	0.00367	0.28	0.14	0.45
	C-072	059	0.00367	0.22	0.11	
	C-071	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-108	061	0.00367	0.22	0.11	
N-067	C-076	019	0.00367	0.07	0.03	0.28
	C-079	076	0.00367	0.28	0.14	
	C-072	059	0.00367	0.22	0.11	
N-068	C-081	050	0.00367	0.18	0.09	0.42
	C-082	115	0.00367	0.42	0.21	
	C-073	066	0.00367	0.24	0.12	
N-069	C-073	066	0.00367	0.24	0.12	0.42
	C-075	055	0.00367	0.20	0.10	
	C-074	060	0.00367	0.22	0.11	
	C-077	047	0.00367	0.17	0.09	
N-070	C-130	061	0.00367	0.22	0.11	0.29
	C-075	055	0.00367	0.20	0.10	
	C-129	041	0.00367	0.15	0.08	
N-071	C-077	047	0.00367	0.17	0.09	0.24
	C-078	067	0.00367	0.25	0.12	
	C-076	019	0.00367	0.07	0.03	
N-072	C-129	041	0.00367	0.15	0.08	0.45
	C-078	067	0.00367	0.25	0.12	
	C-128	136	0.00367	0.50	0.25	
N-073	C-080	095	0.00367	0.35	0.17	0.37
	C-079	076	0.00367	0.28	0.14	
	C-083	033	0.00367	0.12	0.06	
N-074	C-128	136	0.00367	0.50	0.25	0.61
	C-080	095	0.00367	0.35	0.17	
	C-127	101	0.00367	0.37	0.19	
N-075	C-131	118	0.00367	0.43	0.22	0.42
	C-081	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-130	061	0.00367	0.22	0.11	
N-076	C-082	115	0.00367	0.42	0.21	0.21
N-077	C-083	033	0.00367	0.12	0.06	0.23
	C-084	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-109	045	0.00367	0.17	0.08	
N-078	C-085	095	0.00367	0.35	0.17	0.35
	C-086	049	0.00367	0.18	0.09	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-078	C-084	049	0.00367	0.18	0.09	0.35
N-079	C-117	099	0.00367	0.36	0.18	0.55
	C-085	095	0.00367	0.35	0.17	
	C-096	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-176	055	0.00367	0.20	0.10	
N-080	C-087	047	0.00367	0.17	0.09	0.46
	C-086	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-095	095	0.00367	0.35	0.17	
	C-107	058	0.00367	0.21	0.11	
N-081	C-088	048	0.00367	0.18	0.09	0.47
	C-087	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-093	095	0.00367	0.35	0.17	
	C-112	066	0.00367	0.24	0.12	
N-082	C-089	053	0.00367	0.19	0.10	0.50
	C-088	048	0.00367	0.18	0.09	
	C-091	096	0.00367	0.35	0.18	
	C-106	076	0.00367	0.28	0.14	
N-083	C-090	062	0.00367	0.23	0.11	0.39
	C-089	053	0.00367	0.19	0.10	
	C-098	096	0.00367	0.35	0.18	
N-084	C-090	062	0.00367	0.23	0.11	0.11
N-085	C-091	096	0.00367	0.35	0.18	0.59
	C-092	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-100	127	0.00367	0.47	0.23	
	C-099	052	0.00367	0.19	0.10	
N-086	C-093	095	0.00367	0.35	0.17	0.58
	C-094	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-092	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-103	127	0.00367	0.47	0.23	
N-087	C-095	095	0.00367	0.35	0.17	0.58
	C-096	050	0.00367	0.18	0.09	
	C-094	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-105	126	0.00367	0.46	0.23	
N-088	C-118	097	0.00367	0.36	0.18	0.18
N-089	C-097	110	0.00367	0.40	0.20	0.37
	C-101	054	0.00367	0.20	0.10	
	C-119	037	0.00367	0.14	0.07	
N-090	C-098	096	0.00367	0.35	0.18	0.47
	C-099	052	0.00367	0.19	0.10	
	C-097	110	0.00367	0.40	0.20	
N-091	C-101	054	0.00367	0.20	0.10	0.42

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-091	C-102	049	0.00367	0.18	0.09	0.42
	C-100	127	0.00367	0.47	0.23	
N-092	C-103	127	0.00367	0.47	0.23	0.41
	C-104	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-102	049	0.00367	0.18	0.09	
N-093	C-105	126	0.00367	0.46	0.23	0.67
	C-104	047	0.00367	0.17	0.09	
	C-116	061	0.00367	0.22	0.11	
	C-194	129	0.00367	0.47	0.24	
N-094	C-106	076	0.00367	0.28	0.14	1.37
	C-110	033	0.00367	0.12	0.06	
	C-111	592	0.00367	2.17	1.09	
	C-114	046	0.00367	0.17	0.08	
N-095	C-107	058	0.00367	0.21	0.11	0.39
	C-108	061	0.00367	0.22	0.11	
	C-109	045	0.00367	0.17	0.08	
	C-115	049	0.00367	0.18	0.09	
N-096	C-112	066	0.00367	0.24	0.12	0.40
	C-113	055	0.00367	0.20	0.10	
	C-115	049	0.00367	0.18	0.09	
	C-114	046	0.00367	0.17	0.08	
N-097	C-127	101	0.00367	0.37	0.19	0.70
	C-174	071	0.00367	0.26	0.13	
	C-126	207	0.00367	0.76	0.38	
N-098	C-116	061	0.00367	0.22	0.11	0.50
	C-117	099	0.00367	0.36	0.18	
	C-175	114	0.00367	0.42	0.21	
N-099	C-119	037	0.00367	0.14	0.07	0.30
	C-150	029	0.00367	0.11	0.05	
	C-118	097	0.00367	0.36	0.18	
N-100	C-120	100	0.00367	0.37	0.18	0.63
	C-194	129	0.00367	0.47	0.24	
	C-177	116	0.00367	0.43	0.21	
N-101	C-121	101	0.00367	0.37	0.19	0.75
	C-122	208	0.00367	0.76	0.38	
	C-120	100	0.00367	0.37	0.18	
N-102	C-121	101	0.00367	0.37	0.19	0.19
N-103	C-122	208	0.00367	0.76	0.38	0.38
N-104	C-126	207	0.00367	0.76	0.38	1.71
	C-125	179	0.00367	0.66	0.33	
	C-192	548	0.00367	2.01	1.01	

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-105	C-123	213	0.00367	0.78	0.39	0.39
N-106	C-124	244	0.00367	0.90	0.45	1.94
	C-187	600	0.00367	2.20	1.10	
	C-123	213	0.00367	0.78	0.39	
N-107	C-125	179	0.00367	0.66	0.33	1.58
	C-186	438	0.00367	1.61	0.80	
	C-124	244	0.00367	0.90	0.45	
N-108	C-132	193	0.00367	0.71	0.35	0.69
	C-131	118	0.00367	0.43	0.22	
	C-133	064	0.00367	0.23	0.12	
N-109	C-132	193	0.00367	0.71	0.35	0.35
N-110	C-185	312	0.00367	1.14	0.57	0.57
N-111	C-133	064	0.00367	0.23	0.12	0.69
	C-134	383	0.00000	0.00	0.00	
	C-185	312	0.00367	1.14	0.57	
N-112	C-146	408	0.00367	1.50	0.75	0.75
N-113	C-181	701	0.00367	2.57	1.29	1.29
N-114	C-138	075	0.00367	0.28	0.14	0.33
	C-179	106	0.00367	0.39	0.19	
N-115	C-138	075	0.00367	0.28	0.14	0.14
N-116	C-180	732	0.00367	2.69	1.34	1.34
N-117	C-139	202	0.00367	0.74	0.37	2.42
	C-140	415	0.00367	1.52	0.76	
	C-181	701	0.00367	2.57	1.29	
N-118	C-139	202	0.00367	0.74	0.37	0.37
N-119	C-141	171	0.00367	0.63	0.31	0.71
	C-145	216	0.00367	0.79	0.40	
N-120	C-141	171	0.00367	0.63	0.31	0.31
N-121	C-145	216	0.00367	0.79	0.40	0.40
N-122	C-183	059	0.00367	0.22	0.11	1.09
	C-188	121	0.00367	0.44	0.22	
	C-140	415	0.00367	1.52	0.76	
N-123	C-183	059	0.00367	0.22	0.11	0.11
N-124	C-146	408	0.00367	1.50	0.75	0.75

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-125	C-147	284	0.00367	1.04	0.52	0.86
	C-184	011	0.00367	0.04	0.02	
	C-148	176	0.00367	0.65	0.32	
N-126	C-149	039	0.00367	0.14	0.07	0.61
	C-147	284	0.00367	1.04	0.52	
	C-184	011	0.00367	0.04	0.02	
N-127	C-148	176	0.00367	0.65	0.32	0.45
	C-149	039	0.00367	0.14	0.07	
	C-150	029	0.00367	0.11	0.05	
N-128	C-177	116	0.00367	0.43	0.21	0.78
	C-191	200	0.00367	0.73	0.37	
	C-154	108	0.00367	0.40	0.20	
N-129	C-154	108	0.00367	0.40	0.20	0.56
	C-155	140	0.00367	0.51	0.26	
	C-153	056	0.00367	0.21	0.10	
N-130	C-151	166	0.00367	0.61	0.30	0.56
	C-153	056	0.00367	0.21	0.10	
	C-152	083	0.00367	0.30	0.15	
N-131	C-152	083	0.00367	0.30	0.15	0.71
	C-151	166	0.00367	0.61	0.30	
	C-155	140	0.00367	0.51	0.26	
N-132	C-157	156	0.00367	0.57	0.29	0.29
N-133	C-158	106	0.00367	0.39	0.19	1.27
	C-167	136	0.00367	0.50	0.25	
	C-168	430	0.00367	1.58	0.79	
	C-166	023	0.00367	0.08	0.04	
N-134	C-166	023	0.00367	0.08	0.04	0.84
	C-160	263	0.00367	0.96	0.48	
	C-161	171	0.00367	0.63	0.31	
N-135	C-160	263	0.00367	0.96	0.48	1.12
	C-161	171	0.00367	0.63	0.31	
	C-159	179	0.00367	0.66	0.33	
N-136	C-162	088	0.00367	0.32	0.16	0.82
	C-165	222	0.00367	0.81	0.41	
	C-167	136	0.00367	0.50	0.25	
N-137	C-163	175	0.00367	0.64	0.32	0.88
	C-162	088	0.00367	0.32	0.16	
	C-164	218	0.00367	0.80	0.40	
N-138	C-163	175	0.00367	0.64	0.32	0.32
N-139	C-164	218	0.00367	0.80	0.40	0.40
N-140	C-168	430	0.00367	1.58	0.79	0.79

Suite du Tableau III.01 : Calcul des débits aux nœuds (cas de pointe)

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-141	C-175	114	0.00367	0.42	0.21	0.44
	C-176	055	0.00367	0.20	0.10	
	C-174	071	0.00367	0.26	0.13	
N-142	C-190	347	0.00367	1.27	0.64	0.64
N-143	C-178	306	0.00367	1.12	0.56	2.10
	C-180	732	0.00367	2.69	1.34	
	C-179	106	0.00367	0.39	0.19	
N-144	C-178	306	0.00367	1.12	0.56	0.56
N-145	C-189	467	0.00367	1.71	0.86	2.76
	C-186	438	0.00367	1.61	0.80	
	C-187	600	0.00367	2.20	1.10	
N-146	C-188	121	0.00367	0.44	0.22	0.22
N-147	C-190	347	0.00367	1.27	0.64	1.49
	C-189	467	0.00367	1.71	0.86	
N-148	C-192	548	0.00367	2.01	1.01	1.37
	C-191	200	0.00367	0.73	0.37	

III.1.2 Cas de Pointe + Incendie

Pour ce cas, c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit d'incendie estimé à 17 l/s se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud N-060 de cote de terrain 193,55m.

Dans ce cas le débit d'incendie sera considéré comme un débit concentré, donc en appliquant la formule (IV.03) on aura :

$$A.N \quad Q_{n_{060}} = 0,5 \times (1,60 + 2,17) + 17 \Rightarrow \boxed{Q_{n_{060}} = 18,89 \text{ l/s}}$$

III.2 Modélisation Hydraulique du Réseau de Distribution Existant

III.2.1 Présentation du Logiciel WaterCAD

WaterCAD est une application conviviale qui permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureaux d'étude font confiance à WaterCAD, un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision. Du contrôle des systèmes de lutte contre les incendies à l'analyse de l'eau, de la consommation énergétique et à la gestion des coûts, WaterCAD aide à analyser, concevoir et optimiser les réseaux de distribution d'eau.[9]

III.2.2 Fonctionnalités du Logiciel WaterCAD [9]

WaterCAD intègre un grand nombre d'utilitaires de gestion des données, afin d'accélérer le flux de travail et de libérer du temps pour l'analyse des résultats et la prise des décisions une fois le modèle créé. Ce logiciel permet de faire :

- Simulation des réseaux sur une période étendue.
- Suivi de la source.
- Analyse du mélange d'eau dans les réservoirs.
- Analyse de l'âge des conduites.
- Pompage à vitesse variable.
- Modélisation des fuites et des gicleurs.
- Vidange unidirectionnelle en fonction du scénario modélisé.
- Modélisation des vannes.
- Évaluation exhaustive des dépenses énergétiques.

III.2.3 Formules de Perte de Charge Utilisées dans le Logiciel WaterCAD

WaterCAD permet d'utiliser plusieurs équations de calcul des pertes de charges (Darcy-Weisbach, Hazen-Williams, Kutters, Mannings, ...). Dans notre réseau, nous avons opté pour l'équation de Hazen-Williams, dont le coefficient CHW est déterminé en fonction du type de matériaux utilisés selon l'équation suivante :

$$J = 10,69 \frac{\left(\frac{Q}{C_{HW}}\right)^{1,852}}{D^{4,871}} \dots\dots\dots (III.04)$$

- Avec *J* : Perte de charge linéaire (m).
D : Diamètre de la conduite (m).
Q : Débit véhiculé (m³/s).
C_{HW} : Coefficient de Hazen-Williams.

Tableau III.02 : Variations du coefficient de Hazen-Williams en fonction de rugosité des conduites.

Rugosité K (mm)	2,000	1,000	0,500	0,250	0,100	0,050	0,040	0,025
Coefficient de Hazen-Williams	095,0	106,0	116,0	130,0	136,0	141,0	145,0	146,5

III.2.4 Les Résultat de la Simulation

III.2.4.1 Cas de Pointe

Les vitesses et les pertes de charges au niveau du réseau en cas de pointe sont représentées dans le tableau III.03 :

Tableau III.03 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-001	N-001	N-004	020	100	1.19	0.15	0.32
C-002	N-004	N-002	053	100	0.10	0.01	0.00
C-003	N-006	N-007	033	100	0.06	0.01	0.00
C-004	N-004	N-009	037	100	0.65	0.08	0.10
C-005	N-008	N-009	047	100	0.09	0.01	0.00
C-006	N-003	N-004	066	100	0.12	0.02	0.00
C-007	N-010	N-011	248	100	0.45	0.06	0.05
C-008	N-013	N-010	049	250	27.60	0.56	1.26
C-009	N-012	N-013	096	100	0.18	0.02	0.01
C-010	N-014	N-010	058	250	26.50	0.54	1.16
C-011	N-015	N-017	069	200	7.61	0.24	0.34
C-012	N-018	N-014	073	200	11.80	0.38	0.77
C-013	N-019	N-015	122	200	12.16	0.39	0.82
C-014	N-019	N-020	071	100	0.33	0.04	0.03
C-015	N-014	N-021	114	200	14.24	0.45	1.09
C-016	N-021	N-019	040	200	12.92	0.41	0.91
C-017	N-020	N-022	041	100	1.67	0.21	0.61
C-018	N-022	N-018	115	100	1.83	0.23	0.72
C-019	N-021	N-022	071	100	0.91	0.12	0.20
C-020	N-022	N-024	080	100	0.50	0.06	0.07
C-021	N-023	N-024	117	100	1.37	0.17	0.42
C-022	N-020	N-025	081	100	0.48	0.06	0.06
C-023	N-024	N-025	041	200	7.76	0.25	0.35
C-024	N-017	N-026	067	200	8.16	0.26	0.39
C-025	N-026	N-020	054	100	2.03	0.26	0.87
C-026	N-023	N-027	009	200	8.59	0.27	0.43
C-027	N-027	N-018	068	200	9.50	0.30	0.52
C-028	N-027	N-028	210	100	0.39	0.05	0.04
C-029	N-015	N-030	178	200	19.09	0.61	1.88
C-030	N-030	N-031	039	100	1.29	0.16	0.37
C-031	N-031	N-032	069	100	0.50	0.06	0.06
C-032	N-031	N-032	132	100	0.35	0.04	0.03
C-033	N-032	N-033	130	100	0.24	0.03	0.02
C-034	N-034	N-035	047	100	0.98	0.13	0.23
C-035	N-035	N-036	062	100	0.11	0.01	0.00
C-036	N-030	N-037	052	200	17.32	0.55	1.57
C-037	N-037	N-034	032	200	15.48	0.49	1.28
C-038	N-037	N-035	105	100	1.49	0.19	0.49
C-039	N-038	N-039	074	100	0.14	0.02	0.01
C-040	N-034	N-040	048	200	12.66	0.40	0.88

Suite du Tableau III.03 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-041	N-039	N-040	046	100	0.67	0.09	0.11
C-042	N-035	N-039	050	100	1.87	0.24	0.75
C-043	N-040	N-041	047	100	0.23	0.03	0.02
C-044	N-040	N-042	049	200	11.40	0.36	0.72
C-045	N-042	N-043	032	100	1.19	0.15	0.32
C-046	N-043	N-039	048	100	2.01	0.26	0.85
C-047	N-043	N-044	152	100	1.27	0.16	0.36
C-048	N-042	N-045	058	200	10.97	0.35	0.67
C-049	N-045	N-044	034	200	12.07	0.38	0.80
C-050	N-043	N-045	066	100	1.39	0.18	0.43
C-051	N-047	N-048	098	100	0.18	0.02	0.01
C-052	N-044	N-049	045	200	12.92	0.41	0.91
C-053	N-047	N-049	047	100	1.04	0.13	0.25
C-054	N-049	N-050	224	200	11.30	0.36	0.71
C-055	N-050	N-052	054	100	1.10	0.14	0.28
C-056	N-052	N-051	082	66	0.15	0.04	0.10
C-057	N-052	N-053	192	100	0.35	0.04	0.03
C-058	N-050	N-055	085	200	9.53	0.30	0.52
C-059	N-055	N-029	099	200	7.56	0.24	0.34
C-060	N-054	N-055	445	100	0.82	0.10	0.16
C-061	R-03	N-056	1072	150	1.97	0.11	0.11
C-062	R-04	N-057	367	100	45.01	5.73	269.37
C-063	N-057	N-058	056	100	30.91	3.94	134.28
C-064	N-058	N-059	204	100	0.37	0.05	0.04
C-065	N-060	N-057	436	100	12.53	1.59	25.21
C-066	N-063	N-061	078	100	0.14	0.02	0.01
C-067	N-064	N-062	069	100	0.13	0.02	0.01
C-068	N-063	N-064	050	100	1.62	0.21	0.57
C-069	N-065	N-063	078	100	2.14	0.27	0.96
C-070	N-066	N-064	076	100	0.50	0.06	0.07
C-071	N-065	N-066	049	100	3.17	0.40	1.98
C-072	N-066	N-067	059	100	1.93	0.25	0.79
C-073	N-069	N-068	066	100	0.51	0.06	0.07
C-074	N-064	N-069	060	100	1.53	0.19	0.51
C-075	N-069	N-070	055	100	0.59	0.08	0.09
C-076	N-067	N-071	019	100	0.27	0.03	0.02
C-077	N-071	N-069	047	100	1.03	0.13	0.25
C-078	N-071	N-072	067	100	1.05	0.13	0.26
C-079	N-067	N-073	076	100	1.39	0.18	0.43
C-080	N-073	N-074	095	100	2.56	0.33	1.34

Suite du Tableau III.03 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-081	N-068	N-075	050	100	1.14	0.15	0.30
C-082	N-068	N-076	115	100	0.21	0.03	0.01
C-083	N-077	N-073	033	100	1.55	0.20	0.53
C-084	N-077	N-078	049	100	0.79	0.10	0.15
C-085	N-078	N-079	095	100	2.41	0.31	1.19
C-086	N-078	N-080	049	100	1.97	0.25	0.82
C-087	N-080	N-081	047	100	4.74	0.60	4.17
C-088	N-081	N-082	048	100	4.36	0.55	3.57
C-089	N-082	N-083	053	100	4.03	0.51	3.08
C-090	N-083	N-084	062	100	0.11	0.01	0.00
C-091	N-085	N-082	096	100	4.71	0.60	4.12
C-092	N-085	N-086	049	100	1.58	0.20	0.54
C-093	N-086	N-081	095	100	3.68	0.47	2.61
C-094	N-086	N-087	047	100	2.20	0.28	1.01
C-095	N-087	N-080	095	150	6.60	0.37	1.07
C-096	N-087	N-079	050	100	2.24	0.29	1.04
C-097	N-089	N-090	110	100	2.91	0.37	1.69
C-098	N-090	N-083	096	100	3.53	0.45	2.41
C-099	N-090	N-085	052	100	0.15	0.02	0.01
C-100	N-085	N-091	127	100	2.69	0.34	1.45
C-101	N-091	N-089	054	300	0.14	0.00	0.00
C-102	N-091	N-092	049	300	2.40	0.03	0.01
C-103	N-092	N-086	127	100	2.48	0.32	1.25
C-104	N-092	N-093	047	300	4.47	0.06	0.02
C-105	N-093	N-087	126	150	5.98	0.34	0.89
C-106	N-094	N-082	076	100	13.60	1.73	29.36
C-107	N-095	N-080	058	150	4.29	0.24	0.48
C-108	N-095	N-066	061	100	0.29	0.04	0.02
C-109	N-095	N-077	045	100	2.57	0.33	1.34
C-110	N-094	N-058	033	100	30.00	3.82	127.04
C-111	N-094	N-060	592	100	2.52	0.32	1.30
C-112	N-096	N-081	066	100	4.53	0.58	3.84
C-113	N-096	N-065	055	100	5.65	0.72	5.77
C-114	N-094	N-096	046	100	17.55	2.23	47.06
C-115	N-096	N-095	049	100	6.97	0.89	8.51
C-116	N-098	N-093	061	250	2.71	0.06	0.02
C-117	N-079	N-098	099	100	1.70	0.22	0.62
C-118	N-088	N-099	097	300	0.18	0.00	0.00
C-119	N-099	N-089	037	300	2.40	0.03	0.01
C-120	N-100	N-101	100	100	1.32	0.17	0.39

Suite du Tableau III.03 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-121	N-101	N-102	101	100	0.19	0.02	0.01
C-122	N-101	N-103	208	100	0.38	0.05	0.04
C-123	N-105	N-106	213	100	0.39	0.05	0.04
C-124	N-106	N-107	244	150	3.83	0.22	0.39
C-125	N-107	N-104	179	150	8.80	0.50	1.82
C-126	N-104	N-097	207	150	9.37	0.53	2.04
C-127	N-097	N-074	101	150	4.20	0.24	0.46
C-128	N-074	N-072	136	100	2.24	0.29	1.04
C-129	N-072	N-070	041	100	1.64	0.21	0.59
C-130	N-070	N-075	061	100	1.34	0.17	0.40
C-131	N-075	N-108	118	100	2.90	0.37	1.68
C-132	N-108	N-109	193	100	0.35	0.05	0.03
C-133	N-111	N-108	064	100	3.94	0.50	2.96
C-134	N-111	N-112	383	100	5.20	0.66	4.95
C-135	N-060	N-112	096	100	8.12	1.03	11.29
C-136	R-05	N-113	079	80	9.97	1.98	91.29
C-137	N-113	N-114	238	80	4.47	0.89	20.69
C-138	N-114	N-115	075	40	0.14	0.11	0.96
C-139	N-117	N-118	202	40	0.37	0.29	6.01
C-140	N-117	N-122	415	80	1.42	0.28	2.48
C-141	N-119	N-120	171	40	0.31	0.25	4.41
C-142	N-007	N-009	028	100	0.36	0.05	0.03
C-143	N-007	N-005	050	100	0.09	0.01	0.00
C-144	N-001	N-013	109	250	28.05	0.57	1.29
C-145	N-119	N-121	216	40	0.40	0.32	6.80
C-146	N-112	N-124	408	66	0.75	0.22	1.93
C-147	N-125	N-126	284	50	0.01	0.00	0.01
C-148	N-127	N-125	176	63	0.23	0.07	0.13
C-149	N-126	N-127	039	90	1.25	0.20	0.52
C-150	N-099	N-127	029	90	1.92	0.30	1.15
C-151	N-130	N-131	166	100	0.10	0.01	0.00
C-152	N-131	N-130	083	100	0.13	0.02	0.00
C-153	N-130	N-129	056	100	0.79	0.10	0.15
C-154	N-129	N-128	108	100	1.83	0.23	0.72
C-155	N-129	N-131	140	100	0.49	0.06	0.06
C-156	N-017	N-016	082	100	0.15	0.02	0.01
C-157	N-001	N-132	156	100	0.29	0.04	0.02
C-158	N-133	N-029	106	250	4.32	0.09	0.04
C-159	N-029	N-135	179	160	1.06	0.05	0.02
C-160	N-135	N-134	263	160	0.07	0.00	0.00

Suite du Tableau III.03 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-161	N-135	N-134	171	75	0.01	0.00	0.00
C-162	N-136	N-137	088	90	1.60	0.25	0.82
C-163	N-137	N-138	175	63	0.32	0.10	0.24
C-164	N-139	N-137	218	63	0.40	0.13	0.36
C-165	N-029	N-136	222	90	1.07	0.17	0.39
C-166	N-134	N-133	023	160	0.90	0.04	0.02
C-167	N-133	N-136	136	90	1.35	0.21	0.60
C-168	N-133	N-140	430	100	0.79	0.10	0.15
C-169	N-024	N-023	183	200	6.66	0.21	0.27
C-170	N-025	N-026	192	200	6.70	0.21	0.27
C-171	N-034	N-041	095	100	1.43	0.18	0.45
C-172	N-041	N-042	105	100	1.21	0.15	0.33
C-173	N-047	N-046	162	100	0.30	0.04	0.02
C-174	N-097	N-141	071	250	5.87	0.12	0.07
C-175	N-141	N-098	114	250	3.91	0.08	0.03
C-176	N-141	N-079	055	100	2.40	0.31	1.18
C-177	N-128	N-100	116	150	5.12	0.29	0.67
C-178	N-143	N-144	306	80	0.56	0.11	0.21
C-179	N-114	N-143	106	80	4.00	0.80	16.85
C-180	N-143	N-116	732	80	1.34	0.27	1.05
C-181	N-113	N-117	701	80	4.21	0.84	18.50
C-182	N-112	N-119	177	66	1.42	0.41	6.31
C-183	N-122	N-123	059	40	0.11	0.09	0.62
C-184	N-125	N-126	011	90	0.63	0.10	0.15
C-185	N-111	N-110	312	100	0.57	0.07	0.08
C-186	N-107	N-145	438	150	3.39	0.19	0.31
C-187	N-106	N-145	600	150	1.50	0.08	0.07
C-188	N-122	N-146	121	80	0.22	0.04	0.08
C-189	N-145	N-147	467	100	2.13	0.27	0.95
C-190	N-147	N-142	347	40	0.64	0.51	16.37
C-191	N-128	N-148	200	150	2.51	0.14	0.18
C-192	N-148	N-104	548	100	1.14	0.15	0.30
C-193	R-06	R-04	165	250	59.37	1.21	9.67
C-194	N-100	N-093	129	150	7.07	0.40	1.21
C-195	R-01	N-149	176	250	15.37	0.31	0.42
C-196	R-02	N-149	198	250	45.52	0.93	3.17
C-197	N-149	N-150	055	250	30.15	0.61	1.48
C-198	N-150	N-001	157	250	29.84	0.61	1.45
C-199	N-150	N-151	084	100	0.15	0.02	0.01

Les charges et les pressions dans le réseau en cas de pointe sont représentées dans le tableau III.04 :

Tableau III.04 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-001	170.26	0.32	205.45	35.19
N-002	166.19	0.10	205.44	39.26
N-003	163.95	0.12	205.44	41.49
N-004	170.51	0.32	205.44	34.93
N-005	175.91	0.09	205.44	29.53
N-006	172.94	0.06	205.44	32.50
N-007	175.21	0.20	205.44	30.23
N-008	169.83	0.09	205.44	35.61
N-009	172.74	0.21	205.44	32.70
N-010	154.57	0.65	205.25	50.68
N-011	167.11	0.45	205.23	38.12
N-012	156.36	0.18	205.31	48.95
N-013	157.06	0.27	205.31	48.25
N-014	151.83	0.45	205.18	53.34
N-015	142.54	0.68	204.92	62.37
N-016	140.70	0.15	204.94	64.24
N-017	141.48	0.40	204.94	63.47
N-018	144.20	0.47	205.12	60.92
N-019	147.64	0.43	205.02	57.38
N-020	144.42	0.45	205.02	60.60
N-021	149.48	0.41	205.05	55.58
N-022	145.87	0.56	205.04	59.17
N-023	134.06	0.57	205.08	71.03
N-024	143.88	0.77	205.03	61.16
N-025	141.95	0.58	205.02	63.07
N-026	141.59	0.57	204.97	63.38
N-027	133.70	0.53	205.09	71.39
N-028	135.07	0.39	205.08	70.01
N-029	143.76	1.11	204.04	60.28
N-030	144.12	0.49	204.58	60.46
N-031	143.65	0.44	204.57	60.92
N-032	140.09	0.61	204.57	64.48
N-033	135.53	0.24	204.56	69.03
N-034	144.29	0.41	204.46	60.17
N-035	152.88	0.48	204.45	51.57
N-036	159.84	0.11	204.45	44.61
N-037	144.20	0.35	204.50	60.30
N-038	161.56	0.14	204.41	42.86
N-039	151.81	0.40	204.41	52.60
N-040	143.70	0.35	204.42	60.72

Suite du Tableau III.04 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-041	140.71	0.45	204.42	63.71
N-042	142.77	0.45	204.38	61.61
N-043	148.01	0.55	204.37	56.36
N-044	140.33	0.42	204.32	63.99
N-045	141.46	0.29	204.35	62.88
N-046	154.38	0.30	204.26	49.88
N-047	144.31	0.56	204.27	59.96
N-048	148.13	0.18	204.26	56.14
N-049	138.79	0.58	204.28	65.49
N-050	138.09	0.67	204.12	66.03
N-051	134.24	0.15	204.09	69.86
N-052	133.99	0.60	204.10	70.11
N-053	123.88	0.35	204.10	80.21
N-054	116.19	0.82	204.00	87.81
N-055	141.25	1.15	204.07	62.83
N-056	108.95	1.97	141.23	32.28
N-057	180.50	1.58	122.64	-57.86
N-058	170.81	0.54	115.09	-55.72
N-059	186.20	0.37	115.08	-71.12
N-060	193.55	1.89	111.65	-81.90
N-061	161.55	0.14	108.33	-53.22
N-062	157.39	0.13	108.30	-49.09
N-063	166.16	0.38	108.33	-57.83
N-064	152.24	0.47	108.30	-43.94
N-065	159.22	0.33	108.40	-50.82
N-066	154.28	0.45	108.30	-45.98
N-067	149.90	0.28	108.26	-41.64
N-068	149.63	0.42	108.27	-41.36
N-069	147.64	0.42	108.27	-39.37
N-070	143.92	0.29	108.26	-35.66
N-071	149.06	0.24	108.26	-40.81
N-072	144.27	0.45	108.24	-36.03
N-073	151.30	0.37	108.22	-43.07
N-074	146.70	0.61	108.10	-38.60
N-075	143.46	0.42	108.29	-35.18
N-076	160.13	0.21	108.27	-51.86
N-077	152.83	0.23	108.24	-44.59
N-078	153.40	0.35	108.23	-45.16
N-079	149.23	0.55	108.12	-41.10
N-080	154.99	0.46	108.27	-46.72
N-081	158.13	0.47	108.47	-49.66

Suite du Tableau III.04 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Élévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-082	159.81	0.50	108.64	-51.17
N-083	170.07	0.39	108.48	-61.59
N-084	169.32	0.11	108.48	-60.84
N-085	163.07	0.59	108.25	-54.82
N-086	158.94	0.58	108.22	-50.72
N-087	155.27	0.58	108.17	-47.10
N-088	176.33	0.18	108.06	-68.26
N-089	165.20	0.37	108.06	-57.14
N-090	169.78	0.47	108.25	-61.53
N-091	162.55	0.42	108.06	-54.49
N-092	158.83	0.41	108.06	-50.76
N-093	155.81	0.67	108.06	-47.75
N-094	165.16	1.37	110.89	-54.27
N-095	155.39	0.39	108.30	-47.09
N-096	159.28	0.40	108.72	-50.56
N-097	144.31	0.70	108.05	-36.25
N-098	152.17	0.50	108.06	-44.11
N-099	168.14	0.30	108.06	-60.08
N-100	160.50	0.63	107.90	-52.60
N-101	150.80	0.75	107.86	-42.93
N-102	140.93	0.19	107.86	-33.06
N-103	150.00	0.38	107.86	-42.14
N-104	133.15	1.71	107.63	-25.52
N-105	124.13	0.39	107.20	-16.93
N-106	133.83	1.94	107.21	-26.62
N-107	124.60	1.58	107.30	-17.30
N-108	141.17	0.69	108.48	-32.69
N-109	137.95	0.35	108.48	-29.47
N-110	135.20	0.57	108.65	-26.55
N-111	140.97	0.69	108.67	-32.29
N-112	183.44	0.75	110.57	-72.87
N-113	251.45	1.29	264.46	13.01
N-114	211.51	0.33	259.54	48.03
N-115	226.25	0.14	259.47	33.22
N-116	208.52	1.34	256.98	48.46
N-117	218.36	2.42	251.49	33.12
N-118	209.99	0.37	250.27	40.28
N-119	168.39	0.71	109.45	-58.93
N-120	175.76	0.31	108.70	-67.06
N-121	164.60	0.40	107.98	-56.62
N-122	203.61	1.09	250.46	46.84

Suite du Tableau III.04 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-123	208.18	0.11	250.42	42.24
N-124	158.78	0.75	109.78	-49.00
N-125	167.84	0.86	108.01	-59.84
N-126	166.95	0.61	108.01	-58.94
N-127	167.26	0.45	108.03	-59.24
N-128	157.20	0.78	107.83	-49.38
N-129	148.66	0.56	107.75	-40.91
N-130	146.19	0.56	107.74	-38.45
N-131	166.01	0.71	107.74	-58.27
N-132	190.29	0.29	205.45	15.15
N-133	139.12	1.27	204.04	64.92
N-134	140.85	0.84	204.04	63.19
N-135	156.14	1.12	204.04	47.90
N-136	128.07	0.82	203.95	75.88
N-137	120.22	0.88	203.88	83.67
N-138	101.06	0.32	203.84	102.78
N-139	99.57	0.40	203.80	104.24
N-140	118.17	0.79	203.97	85.80
N-141	144.51	0.44	108.06	-36.46
N-142	98.04	0.64	101.04	3.00
N-143	218.13	2.10	257.75	39.62
N-144	231.60	0.56	257.69	26.09
N-145	98.71	2.76	107.17	8.46
N-146	193.06	0.22	250.45	57.39
N-147	80.93	1.49	106.72	25.80
N-148	128.79	1.37	107.79	-21.00
N-149	191.66	0.00	205.76	14.10
N-150	183.14	0.15	205.68	22.54
N-151	178.04	0.15	205.68	27.63

III.2.4.2 Cas de Pointe+Incendie

D'après le comportement du réseau dans le cas de pointe plus incendie on a obtenu les mêmes paramètres hydrauliques que le cas de pointe à l'exception des tronçons présentés dans les tableaux III.05 et III.06 :

Tableau III.05 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe plus incendie

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-062	R-04	N-057	367	100	62.01	7.9	487.59
C-063	N-057	N-058	56	100	41.69	5.31	233.72
C-065	N-060	N-057	436	100	18.74	2.39	53.18
C-068	N-063	N-064	50	100	2.02	0.26	0.86
C-069	N-065	N-063	78	100	2.54	0.32	1.31
C-070	N-066	N-064	76	100	1.18	0.15	0.32
C-071	N-065	N-066	49	100	3.55	0.45	2.44
C-072	N-066	N-067	59	100	2.75	0.35	1.52
C-073	N-069	N-068	66	100	1.16	0.15	0.31
C-074	N-064	N-069	60	100	2.6	0.33	1.37
C-075	N-069	N-070	55	100	1.33	0.17	0.40
C-076	N-067	N-071	19	100	1.92	0.24	0.78
C-077	N-071	N-069	47	100	0.31	0.04	0.03
C-078	N-071	N-072	67	100	1.36	0.17	0.41
C-079	N-067	N-073	76	100	0.55	0.07	0.08
C-080	N-073	N-074	95	100	2.40	0.31	1.18
C-081	N-068	N-075	50	100	0.53	0.07	0.07
C-083	N-077	N-073	33	100	2.22	0.28	1.03
C-084	N-077	N-078	49	100	0.37	0.05	0.04
C-085	N-078	N-079	95	100	2.29	0.29	1.08
C-086	N-078	N-080	49	100	2.27	0.29	1.07
C-087	N-080	N-081	47	100	5.43	0.69	5.36
C-088	N-081	N-082	48	100	4.98	0.63	4.57
C-089	N-082	N-083	53	100	4.38	0.56	3.60
C-091	N-085	N-082	96	100	5.16	0.66	4.88
C-092	N-085	N-086	49	100	1.88	0.24	0.75
C-093	N-086	N-081	95	100	3.95	0.5	2.97
C-094	N-086	N-087	47	100	2.60	0.33	1.37
C-097	N-089	N-090	110	100	3.17	0.4	1.98
C-098	N-090	N-083	96	100	3.88	0.49	2.88
C-100	N-085	N-091	127	100	2.92	0.37	1.70
C-103	N-092	N-086	127	100	2.65	0.34	1.42
C-106	N-094	N-082	76	100	15.02	1.91	35.30
C-107	N-095	N-080	58	150	3.76	0.21	0.38
C-108	N-095	N-066	61	100	0.82	0.1	0.16
C-109	N-095	N-077	45	100	2.83	0.36	1.60
C-110	N-094	N-058	33	100	40.78	5.19	224.35
C-111	N-094	N-060	592	100	4.89	0.62	4.42
C-112	N-096	N-081	66	100	4.87	0.62	4.38
C-113	N-096	N-065	55	100	6.43	0.82	7.32

Suite du Tableau III.05 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe plus incendie

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-114	N-094	N-096	46	100	19.5	2.48	57.19
C-115	N-096	N-095	49	100	7.80	0.99	10.49
C-127	N-097	N-074	101	150	3.39	0.19	0.31
C-128	N-074	N-072	136	100	1.60	0.2	0.56
C-129	N-072	N-070	41	100	0.68	0.09	0.12
C-130	N-070	N-075	61	100	0.36	0.05	0.04
C-131	N-075	N-108	118	100	0.47	0.06	0.06
C-133	N-111	N-108	64	100	0.57	0.07	0.08
C-134	N-111	N-112	383	100	1.83	0.23	0.72
C-135	N-060	N-112	96	100	4.75	0.6	4.18
C-174	N-097	N-141	71	250	6.67	0.14	0.09
C-175	N-141	N-098	114	250	4.69	0.1	0.05

Tableau III.06 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe plus incendie

N° du Nœud	Élévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-057	180.5	1.58	42.45	-138.05
N-058	170.81	0.54	29.31	-141.5
N-059	186.2	0.37	29.3	-156.9
N-060	193.55	18.89	19.27	-174.28
N-061	161.55	0.14	18.74	-142.81
N-062	157.39	0.13	18.7	-138.69
N-063	166.16	0.38	18.74	-147.41
N-064	152.24	0.47	18.7	-133.54
N-065	159.22	0.33	18.85	-140.38
N-066	154.28	0.45	18.73	-135.56
N-067	149.9	0.28	18.64	-131.26
N-068	149.63	0.42	18.6	-131.03
N-069	147.64	0.42	18.62	-129.02
N-070	143.92	0.29	18.6	-125.33
N-071	149.06	0.24	18.62	-130.44
N-072	144.27	0.45	18.59	-125.68
N-073	151.3	0.37	18.63	-132.67
N-074	146.7	0.61	18.52	-128.18
N-075	143.46	0.42	18.59	-124.87
N-076	160.13	0.21	18.6	-141.54
N-077	152.83	0.23	18.66	-134.17
N-078	153.4	0.35	18.66	-134.73

Suite du Tableau III.06 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe plus incendie

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-079	149.23	0.55	18.56	-130.67
N-080	154.99	0.46	18.71	-136.28
N-081	158.13	0.47	18.96	-139.17
N-082	159.81	0.5	19.18	-140.62
N-083	170.07	0.39	18.99	-151.07
N-084	169.32	0.11	18.99	-150.33
N-085	163.07	0.59	18.72	-144.35
N-086	158.94	0.58	18.68	-140.26
N-087	155.27	0.58	18.62	-136.66
N-088	176.33	0.18	18.5	-157.83
N-089	165.2	0.37	18.5	-146.7
N-090	169.78	0.47	18.72	-151.06
N-091	162.55	0.42	18.5	-144.05
N-092	158.83	0.41	18.5	-140.33
N-093	155.81	0.67	18.5	-137.31
N-094	165.16	1.37	21.88	-143.27
N-095	155.39	0.39	18.74	-136.66
N-096	159.28	0.4	19.25	-140.03
N-097	144.31	0.7	18.49	-125.82
N-098	152.17	0.5	18.5	-133.67
N-099	168.14	0.3	18.5	-149.64
N-100	160.5	0.63	18.34	-142.16
N-101	150.8	0.75	18.3	-132.5
N-102	140.93	0.19	18.3	-122.62
N-103	150	0.38	18.29	-131.71
N-104	133.15	1.71	18.06	-115.08
N-105	124.13	0.39	17.64	-106.5
N-106	133.83	1.94	17.64	-116.18
N-107	124.6	1.58	17.74	-106.86
N-108	141.17	0.69	18.59	-122.58
N-109	137.95	0.35	18.58	-119.37
N-110	135.2	0.57	18.57	-116.63
N-111	140.97	0.69	18.59	-122.37
N-112	183.44	0.75	18.87	-164.57
N-119	168.39	0.71	17.75	-150.64
N-120	175.76	0.31	17	-158.76
N-121	164.6	0.4	16.28	-148.32
N-124	158.78	0.75	18.08	-140.7
N-125	167.84	0.86	18.44	-149.4
N-126	166.95	0.61	18.45	-148.5
N-127	167.26	0.45	18.47	-148.8

Suite du Tableau III.06 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe plus incendie

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-128	157.2	0.78	18.26	-138.94
N-129	148.66	0.56	18.19	-130.47
N-130	146.19	0.56	18.18	-128.01
N-131	166.01	0.71	18.18	-147.83
N-141	144.51	0.44	18.49	-126.02
N-142	98.04	0.64	11.48	-86.57
N-145	98.71	2.76	17.6	-81.11
N-147	80.93	1.49	17.16	-63.77
N-148	128.79	1.37	18.23	-110.56

Conclusion

En fin de ce chapitre, on a constaté que le réseau actuel de la ville de THENIA ne répond pas parfaitement aux exigences et aux normes de fonctionnement des réseaux d'eau potable. Il présente des problèmes et des anomalies qui gênent le bon fonctionnement de ce dernier soit en cas de pointe ou bien en cas de pointe plus incendie.

Chapitre IV

Anomalies et Recommandations

Introduction

Dans ce chapitre on va exposer les anomalies trouvées au niveau du fonctionnement du notre réseau, et les remèdes à proposer pour améliorer son fonctionnement.

IV.1 Analyse de la Situation Actuelle

Les réseaux d'eau connaissent beaucoup de problèmes pour divers raisons, parmi elles, on a la croissance démographique par conséquence augmentation de la consommation, mauvais dimensionnement des ouvrages, mauvaise gestion de réseau...etc.

La simulation de comportement du réseau de distribution actuel de la ville de THENIA présente quelques insuffisances empêchant le bon fonctionnement du notre réseau d'alimentation en eau potable.

D'après les résultats de la simulation, le constat est le suivant :

- Les pressions obtenues au niveau de la partie sud de la région, et de centre ville sont défavorables (inférieur à 1 *bar*), et nous avons constaté même des dépressions dans ce réseau. On note que seulement 28% des pressions sont dans les normes.
- Des vitesses faibles ont été enregistrées au niveau de quelques tronçons du réseau (inférieur à 0,5 *m/s*), il existe même des vitesses nulles (pas d'écoulement) et nous avons des vitesses qui dépassent les 3 *m/s*. On note que seulement 13% des vitesses d'écoulement sont aux normes.

IV.2 Présentation des Détails des Anomalies dans le Réseau

IV.2.1 Présentation des Tronçons dont les Vitesses sont Inférieures et Supérieures à la Normale

Sachant que la fourchette des vitesses admissibles est entre 0,5 et 1,5 *m/s*, les tableaux IV.01 et IV.02 présentent respectivement les vitesses inférieures et les vitesses supérieures à la normale.

Tableau IV.01 : Les Vitesses Inférieures à la Normale

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)	N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)
C-001	N-001	N-004	0.15	C-058	N-050	N-055	0.30
C-004	N-004	N-009	0.08	C-059	N-055	N-029	0.24
C-007	N-010	N-011	0.06	C-060	N-054	N-055	0.10
C-011	N-015	N-017	0.24	C-061	R-03	N-056	0.11
C-012	N-018	N-014	0.38	C-068	N-063	N-064	0.21
C-013	N-019	N-015	0.39	C-069	N-065	N-063	0.27
C-015	N-014	N-021	0.45	C-070	N-066	N-064	0.06
C-016	N-021	N-019	0.41	C-071	N-065	N-066	0.40
C-017	N-020	N-022	0.21	C-072	N-066	N-067	0.25
C-018	N-022	N-018	0.23	C-073	N-069	N-068	0.06
C-019	N-021	N-022	0.12	C-074	N-064	N-069	0.19
C-020	N-022	N-024	0.06	C-075	N-069	N-070	0.08
C-021	N-023	N-024	0.17	C-077	N-071	N-069	0.13
C-022	N-020	N-025	0.06	C-078	N-071	N-072	0.13
C-023	N-024	N-025	0.25	C-079	N-067	N-073	0.18
C-024	N-017	N-026	0.26	C-080	N-073	N-074	0.33
C-025	N-026	N-020	0.26	C-081	N-068	N-075	0.15
C-026	N-023	N-027	0.27	C-083	N-077	N-073	0.20
C-027	N-027	N-018	0.30	C-084	N-077	N-078	0.10
C-030	N-030	N-031	0.16	C-085	N-078	N-079	0.31
C-031	N-031	N-032	0.06	C-086	N-078	N-080	0.25
C-034	N-034	N-035	0.13	C-092	N-085	N-086	0.20
C-037	N-037	N-034	0.49	C-093	N-086	N-081	0.47
C-038	N-037	N-035	0.19	C-094	N-086	N-087	0.28
C-040	N-034	N-040	0.40	C-095	N-087	N-080	0.37
C-041	N-039	N-040	0.09	C-096	N-087	N-079	0.29
C-042	N-035	N-039	0.24	C-097	N-089	N-090	0.37
C-044	N-040	N-042	0.36	C-098	N-090	N-083	0.45
C-045	N-042	N-043	0.15	C-100	N-085	N-091	0.34
C-046	N-043	N-039	0.26	C-103	N-092	N-086	0.32
C-047	N-043	N-044	0.16	C-104	N-092	N-093	0.06
C-048	N-042	N-045	0.35	C-105	N-093	N-087	0.34
C-049	N-045	N-044	0.38	C-107	N-095	N-080	0.24
C-050	N-043	N-045	0.18	C-109	N-095	N-077	0.33
C-052	N-044	N-049	0.41	C-111	N-094	N-060	0.32
C-053	N-047	N-049	0.13	C-116	N-098	N-093	0.06
C-054	N-049	N-050	0.36	C-117	N-079	N-098	0.22
C-055	N-050	N-052	0.14	C-120	N-100	N-101	0.17

Suite du Tableau IV.01 : Les Vitesses Inférieures à la Normale

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)	N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)
C-124	N-106	N-107	0.22	C-167	N-133	N-136	0.21
C-127	N-097	N-074	0.24	C-168	N-133	N-140	0.10
C-128	N-074	N-072	0.29	C-169	N-024	N-023	0.21
C-129	N-072	N-070	0.21	C-170	N-025	N-026	0.21
C-130	N-070	N-075	0.17	C-171	N-034	N-041	0.18
C-131	N-075	N-108	0.37	C-172	N-041	N-042	0.15
C-138	N-114	N-115	0.11	C-174	N-097	N-141	0.12
C-139	N-117	N-118	0.29	C-175	N-141	N-098	0.08
C-140	N-117	N-122	0.28	C-176	N-141	N-079	0.31
C-141	N-119	N-120	0.25	C-177	N-128	N-100	0.29
C-145	N-119	N-121	0.32	C-178	N-143	N-144	0.11
C-146	N-112	N-124	0.22	C-180	N-143	N-116	0.27
C-148	N-127	N-125	0.07	C-182	N-112	N-119	0.41
C-149	N-126	N-127	0.20	C-183	N-122	N-123	0.09
C-150	N-099	N-127	0.30	C-184	N-125	N-126	0.10
C-153	N-130	N-129	0.10	C-185	N-111	N-110	0.07
C-154	N-129	N-128	0.23	C-186	N-107	N-145	0.19
C-155	N-129	N-131	0.06	C-187	N-106	N-145	0.08
C-158	N-133	N-029	0.09	C-189	N-145	N-147	0.27
C-162	N-136	N-137	0.25	C-191	N-128	N-148	0.14
C-163	N-137	N-138	0.10	C-192	N-148	N-104	0.15
C-164	N-139	N-137	0.13	C-194	N-100	N-093	0.40
C-165	N-029	N-136	0.17	C-195	R-01	N-149	0.31

Ce genre de vitesses faibles favorise la formation du tartre, il réduit la section réelle de l'écoulement d'une manière considérable, ce qui provoque une augmentation des pertes de charge, par conséquent une diminution de la pression.

Tableau IV.02 : Les Vitesses Supérieures à la Normale

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)	N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Vitesse (m/s)
C-062	R-04	N-057	5.73	C-110	N-094	N-058	3.82
C-063	N-057	N-058	3.94	C-114	N-094	N-096	2.23
C-065	N-060	N-057	1.59	C-136	R-05	N-113	1.98
C-106	N-094	N-082	1.73				

Ces grandes vitesses favorisent le coup de bélier. Elles fatiguent la conduite et provoquent une usure prématurée.

IV.2.2 Présentation des Nœuds dont les Pressions sont inférieures et Supérieures à la Normale

Sachant que la fourchette des pressions admissibles est entre 01 et 06 bars, les tableaux IV.03 et IV.04 présentent respectivement les pressions inférieures et les pressions supérieures à la normale. Dans notre réseau on a enregistré des pressions trop importantes, et aussi des dépressions dans quelques nœuds.

Tableau IV.03 : Les Pressions Inférieures à la Normale

N° du Nœud	Pression (m.c.e)						
N-057	-57.86	N-075	-35.18	N-093	-47.75	N-111	-32.29
N-058	-55.72	N-076	-51.86	N-094	-54.27	N-112	-72.87
N-059	-71.12	N-077	-44.59	N-095	-47.09	N-119	-58.93
N-060	-81.90	N-078	-45.16	N-096	-50.56	N-120	-67.06
N-061	-53.22	N-079	-41.10	N-097	-36.25	N-121	-56.62
N-062	-49.09	N-080	-46.72	N-098	-44.11	N-124	-49.00
N-063	-57.83	N-081	-49.66	N-099	-60.08	N-125	-59.84
N-064	-43.94	N-082	-51.17	N-100	-52.60	N-126	-58.94
N-065	-50.82	N-083	-61.59	N-101	-42.93	N-127	-59.24
N-066	-45.98	N-084	-60.84	N-102	-33.06	N-128	-49.38
N-067	-41.64	N-085	-54.82	N-103	-42.14	N-129	-40.91
N-068	-41.36	N-086	-50.72	N-104	-25.52	N-130	-38.45
N-069	-39.37	N-087	-47.10	N-105	-16.93	N-131	-58.27
N-070	-35.66	N-088	-68.26	N-106	-26.62	N-141	-36.46
N-071	-40.81	N-089	-57.14	N-107	-17.30	N-142	3.00
N-072	-36.03	N-090	-61.53	N-108	-32.69	N-145	8.46
N-073	-43.07	N-091	-54.49	N-109	-29.47	N-148	-21.00
N-074	-38.60	N-092	-50.76	N-110	-26.55		

Tableau IV.04 : Les Pressions Supérieures à la Normale

N° du Nœud	Pression (m.c.e)						
N-015	62.37	N-028	70.01	N-041	63.71	N-054	87.81
N-016	64.24	N-029	60.28	N-042	61.61	N-055	62.83
N-017	63.47	N-030	60.46	N-044	63.99	N-133	64.92
N-018	60.92	N-031	60.92	N-045	62.88	N-134	63.19
N-020	60.60	N-032	64.48	N-049	65.49	N-136	75.88
N-023	71.03	N-033	69.03	N-050	66.03	N-137	83.67
N-024	61.16	N-034	60.17	N-051	69.86	N-138	102.78
N-025	63.07	N-037	60.30	N-052	70.11	N-139	104.24
N-026	63.38	N-040	60.72	N-053	80.21	N-140	85.80
N-027	71.39						

On a constaté des pressions relativement faibles à la partie sud-est de la ville, ainsi que des dépressions au niveau de la partie sud de la ville. Ces pressions sont insuffisantes pour répondre aux besoins des abonnés, et la présence des dépressions favorise l'infiltration des eaux parasites (pollution) dans la conduite, s'il existe des fuites et des joints mal façonnés. En plus de ça les conduites s'aplatissent et se brisent suite à la répétition de la mise en dépression.

IV.3 La Solution pour le Réseau Actuel

Afin d'améliorer la desserte en eau des abonnés, et remédier aux problèmes rencontrés dans le réseau pendant l'heure de pointe à l'état actuel et jusqu'à un horizon proche, on a fait proposer une solution qu'on a vu d'urgence :

Augmentation de certains diamètres le long des conduites qui mènent vers les nœuds les plus défavorables. Ces changements que nous proposons vont causer la diminution des pertes de charge, par conséquent l'amélioration de la pression dans le réseau.

Tableau IV.05: Les Changements de Diamètres Proposés

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Diamètre Initial (mm)	Diamètre Final (mm)
C-062	R-04	N-057	100	250
C-063	N-057	N-058	100	200
C-065	N-060	N-057	100	160
C-110	N-094	N-058	100	200
C-114	N-094	N-096	100	200
C-136	R-05	N-113	80	125

Le comportement du réseau en termes de pression après solution proposées est le suivant : on a constaté une amélioration considérable au niveau des points les plus défavorables notamment dans la partie sud de la ville.

Tableau IV.06 : Les Pressions Avant et Après les Changements

N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)	N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)	N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)
N-057	-57.86	40.12	N-085	-54.82	56.01	N-113	13.01	19.81
N-058	-55.72	49.52	N-086	-50.72	60.14	N-114	48.03	54.83
N-059	-71.12	34.12	N-087	-47.10	63.79	N-115	33.22	40.02
N-060	-81.90	26.66	N-088	-68.26	42.61	N-116	48.46	55.26
N-061	-53.22	57.75	N-089	-57.14	53.73	N-117	33.12	39.92
N-062	-49.09	61.85	N-090	-61.53	49.30	N-118	40.28	47.07
N-063	-57.83	53.14	N-091	-54.49	56.39	N-119	-58.93	50.17

Suite du Tableau IV.06 : Les Pressions Avant et Après les Changements

N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)	N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)	N° du Nœud	Pression Avant (m.c.e)	Pression Après (m.c.e)
N-064	-43.94	66.99	N-092	-50.76	60.11	N-120	-67.06	42.05
N-065	-50.82	60.22	N-093	-47.75	63.12	N-121	-56.62	52.49
N-066	-45.98	64.97	N-094	-54.27	55.01	N-122	46.84	53.64
N-067	-41.64	69.26	N-095	-47.09	63.86	N-123	42.24	49.04
N-068	-41.36	69.50	N-096	-50.56	60.75	N-124	-49.00	60.11
N-069	-39.37	71.51	N-097	-36.25	74.62	N-125	-59.84	51.04
N-070	-35.66	75.20	N-098	-44.11	66.76	N-126	-58.94	51.93
N-071	-40.81	70.08	N-099	-60.08	50.79	N-127	-59.24	51.64
N-072	-36.03	74.84	N-100	-52.60	58.27	N-128	-49.38	61.50
N-073	-43.07	67.83	N-101	-42.93	67.94	N-129	-40.91	69.97
N-074	-38.60	72.28	N-102	-33.06	77.81	N-130	-38.45	72.43
N-075	-35.18	75.66	N-103	-42.14	68.73	N-131	-58.27	52.61
N-076	-51.86	58.99	N-104	-25.52	85.36	N-141	-36.46	74.42
N-077	-44.59	66.33	N-105	-16.93	93.94	N-142	3.00	113.87
N-078	-45.16	65.75	N-106	-26.62	84.26	N-143	39.62	46.42
N-079	-41.10	69.78	N-107	-17.30	93.58	N-144	26.09	32.89
N-080	-46.72	64.20	N-108	-32.69	77.96	N-145	8.46	119.33
N-081	-49.66	61.21	N-109	-29.47	81.17	N-146	57.39	64.19
N-082	-51.17	59.53	N-110	-26.55	83.93	N-147	25.80	136.68
N-083	-61.59	49.16	N-111	-32.29	78.19	N-148	-21.00	89.88
N-084	-60.84	49.91	N-112	-72.87	36.23			

Conclusion

Dans ce chapitre, on a résolu les problèmes trouvés au niveau de fonctionnement de notre réseau :

- Amélioration des pressions de service aux points les plus défavorables.
- Assurer une meilleure desserte en eau des abonnés et cela même pendant la période de pointe.

Chapitre V

Réaménagement du Réseau d'A.E.P de la Ville

Introduction

D'après le diagnostic du réseau d'A.E.P de la commune de THENIA nous avons constaté que ce dernier est mal dimensionné. A cet effet, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent en la rénovation du système d'alimentation en eau potable de la ville.

V.1 Classification des Réseaux

Un réseau de distribution peut avoir une forme ramifiée ou une forme maillée, les principaux éléments des réseaux sont les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, vannes, ventouses...).

Les réseaux de distribution sont constitués des conduites principales et des conduites secondaires. On distingue différents types de réseaux :

V.1.1 Réseau Ramifié

C'est un réseau tel que tout point du réseau ne peut être alimenté que d'une seule façon. Ainsi que la caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule dans toute la canalisation dans un seul sens. Un réseau ramifié ne peut comporter qu'un seul nœud de référence amont.

V.1.2 Réseau Maillé

C'est le cas le plus fréquent en distribution. Le réseau maillé est l'assemblage de deux ou de plusieurs réseaux ramifiés par des conduites qui permettent des échanges entre les réseaux, et qui constituent des mailles permettant une alimentation de retour.

Les réseaux maillés présentent les avantages suivants :

- Plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de casse d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites).
- Une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau.

Par contre, il est plus coûteux et difficile à calculer.

V.1.3 Autres Types de Réseaux

Eventuellement, on peut utiliser d'autres types de réseaux :

- Réseau mixte qui est un réseau maillé comportant des ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville.
- Réseaux étagés, dans le cas ou la topographie est très accidentée.

V.2 Choix de Type du Réseau

Pour que les performances d'un réseau de distribution soient satisfaisantes, Ce réseau doit être en mesure de fournir, à des pressions compatibles avec les hauteurs des immeubles, les débits et les volumes d'eau requis, et ce en tout temps lors de sa durée de vie utile. C'est pourquoi lors de la conception d'un réseau, il est important d'identifier et prendre en compte les situations les plus critiques afin que le réseau dans telles situations se comporte de façon satisfaisante. [8]

Pour notre projet on a modifié une grande partie du schéma du réseau existant en éliminant quelques ramifications et en projetant des nouvelles mailles et ceci est en tenant compte de la répartition spatiale des constructions existantes et ses extensions prévus dans le plan d'aménagement de la ville de THENIA à long terme (2035).

V.3 Calcul Hydraulique du Réseau

Dans notre cas on a choisi le système de distribution avec des réservoirs de tête. Dans ce système, les pompes refoulent directement vers les réservoirs puis la distribution se fait gravitairement à partir de ces réservoirs vers le réseau de distribution.

V.3.1 Cas de Pointe

D'après les résultats du tableau II.14 donnant la consommation horaire celle de notre agglomération, on constate que l'heure de pointe est entre 08h et 10h et égale à 304,70 l/s.

En appliquant les mêmes relations utilisées dans le chapitre III, on aura les débits suivants :

V.3.1.1 Débit Spécifique Q_{sp}

La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pt}}{\sum L} \text{ en (l/s/m) (V .01)}$$



Avec Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/m).

Q_{pt} : Débit de pointe (l/s).

$\sum L$: La somme des longueurs des tronçons véhiculant un débit en route en (m).

A.N $Q_{sp} = \frac{304,70}{27218} \Rightarrow \boxed{Q_{sp} = 0,01119 \text{ l/s/m}}$

V.3.1.2 Débit en Route Q_r

Le débit en route est donné par la formule suivante :

$$Q_{r_i} = Q_{sp} \cdot L_i \text{ en (l/s) (V .02)}$$

Avec Q_{r_i} : Débit en route dans le tronçon i en (l/s).

Q_{sp} : Débit spécifique en (l/s/m).

L_i : Longueur du tronçon i en (m).

V.3.1.3 Débit Nodal Q_n

Il est déterminé par la formule suivante :

$$Q_{n_i} = 0,5 \cdot \sum Q_{r_i} + \sum Q_{conc} \text{ en (l/s)..... (V .03)}$$

Avec Q_{n_i} : Débit au nœud i en (l/s).

Q_{r_i} : La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i en (l/s).

Q_{conc} : La somme des débits concentrés au nœud i en (l/s).

L_i : Longueur du tronçon i en (m).

Remarque :

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est nulle ($\sum Q_{conc} = 0$).

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe du réseau de distribution sont donnés dans le tableau V.01.

Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-001	C-004	151	0.01283	1.94	0.97	4.14
	C-007	069	0.01283	0.88	0.44	
	C-002	426	0.01283	5.46	2.73	
N-002	C-050	061	0.01283	0.78	0.39	1.98

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-002	C-090	087	0.01283	1.12	0.56	1.98
	C-008	160	0.01283	2.06	1.03	
N-003	C-002	426	0.01283	5.46	2.73	5.06
	C-001	169	0.01283	2.17	1.08	
	C-003	193	0.01283	2.48	1.24	
N-004	C-041	133	0.01283	1.70	0.85	3.18
	C-046	227	0.01283	2.92	1.46	
	C-034	108	0.01283	1.39	0.70	
	C-038	027	0.01283	0.35	0.17	
N-005	C-029	510	0.01283	6.55	3.28	3.28
N-006	C-006	124	0.01283	1.59	0.80	2.22
	C-009	071	0.01283	0.91	0.46	
	C-004	151	0.01283	1.94	0.97	
N-007	C-079	147	0.01283	1.89	0.94	2.77
	C-005	053	0.01283	0.67	0.34	
	C-051	096	0.01283	1.23	0.62	
	C-056	137	0.01283	1.76	0.88	
N-008	C-005	053	0.01283	0.67	0.34	2.43
	C-012	212	0.01283	2.71	1.36	
	C-010	115	0.01283	1.48	0.74	
N-009	C-017	175	0.01283	2.25	1.13	2.41
	C-006	124	0.01283	1.59	0.80	
	C-013	076	0.01283	0.97	0.48	
N-010	C-008	160	0.01283	2.06	1.03	2.45
	C-011	153	0.01283	1.96	0.98	
	C-007	069	0.01283	0.88	0.44	
N-011	C-010	115	0.01283	1.48	0.74	2.98
	C-014	125	0.01283	1.61	0.80	
	C-009	071	0.01283	0.91	0.46	
	C-011	153	0.01283	1.96	0.98	
N-012	C-013	076	0.01283	0.97	0.48	2.64
	C-012	212	0.01283	2.71	1.36	
	C-014	125	0.01283	1.61	0.80	
N-013	C-021	140	0.01283	1.80	0.90	1.95
	C-025	077	0.01283	0.99	0.49	
	C-015	086	0.01283	1.10	0.55	
N-014	C-015	086	0.01283	1.10	0.55	2.41
	C-019	152	0.01283	1.96	0.98	
	C-016	102	0.01283	1.30	0.65	
	C-022	036	0.01283	0.47	0.23	
N-015	C-016	102	0.01283	1.30	0.65	2.41
	C-018	080	0.01283	1.03	0.51	

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-015	C-020	043	0.01283	0.55	0.28	2.41
	C-023	151	0.01283	1.94	0.97	
N-016	C-018	080	0.01283	1.03	0.51	3.04
	C-017	175	0.01283	2.25	1.13	
	C-024	218	0.01283	2.79	1.40	
N-017	C-020	043	0.01283	0.55	0.28	2.65
	C-024	218	0.01283	2.79	1.40	
	C-019	152	0.01283	1.96	0.98	
N-018	C-022	036	0.01283	0.47	0.23	2.10
	C-023	151	0.01283	1.94	0.97	
	C-021	140	0.01283	1.80	0.90	
N-019	C-026	165	0.01283	2.12	1.06	3.39
	C-027	287	0.01283	3.68	1.84	
	C-025	077	0.01283	0.99	0.49	
N-020	C-028	031	0.01283	0.40	0.20	3.10
	C-026	165	0.01283	2.12	1.06	
	C-027	287	0.01283	3.68	1.84	
N-021	C-031	048	0.01283	0.62	0.31	1.45
	C-039	147	0.01283	1.88	0.94	
	C-028	031	0.01283	0.40	0.20	
N-022	C-029	510	0.01283	6.55	3.28	7.42
	C-030	103	0.01283	1.32	0.66	
	C-047	543	0.01283	6.96	3.48	
N-023	C-030	103	0.01283	1.32	0.66	4.58
	C-033	274	0.01283	3.52	1.76	
	C-032	336	0.01283	4.32	2.16	
N-024	C-032	336	0.01283	4.32	2.16	4.23
	C-031	048	0.01283	0.62	0.31	
	C-033	274	0.01283	3.52	1.76	
N-025	C-034	108	0.01283	1.39	0.70	1.86
	C-035	149	0.01283	1.91	0.95	
	C-040	033	0.01283	0.43	0.21	
N-026	C-037	153	0.01283	1.97	0.98	3.15
	C-038	027	0.01283	0.35	0.17	
	C-036	311	0.01283	3.99	1.99	
N-027	C-036	311	0.01283	3.99	1.99	3.93
	C-035	149	0.01283	1.91	0.95	
	C-037	153	0.01283	1.97	0.98	
N-028	C-040	033	0.01283	0.43	0.21	1.80
	C-039	147	0.01283	1.88	0.94	
	C-043	101	0.01283	1.29	0.65	
N-029	C-042	326	0.01283	4.18	2.09	5.98

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-029	C-044	167	0.01283	2.14	1.07	5.98
	C-045	306	0.01283	3.93	1.97	
	C-041	133	0.01283	1.70	0.85	
N-030	C-043	101	0.01283	1.29	0.65	3.81
	C-042	326	0.01283	4.18	2.09	
	C-044	167	0.01283	2.14	1.07	
N-031	C-045	306	0.01283	3.93	1.97	1.97
N-032	C-046	227	0.01283	2.92	1.46	1.46
N-033	C-047	543	0.01283	6.96	3.48	5.82
	C-048	023	0.01283	0.29	0.15	
	C-070	342	0.01283	4.39	2.20	
N-034	C-052	198	0.01283	2.54	1.27	2.61
	C-053	100	0.01283	1.28	0.64	
	C-060	109	0.01283	1.40	0.70	
N-035	C-051	096	0.01283	1.23	0.62	1.46
	C-050	061	0.01283	0.78	0.39	
	C-059	072	0.01283	0.92	0.46	
N-036	C-072	074	0.01283	0.95	0.47	1.89
	C-052	198	0.01283	2.54	1.27	
	C-068	022	0.01283	0.28	0.14	
N-037	C-054	159	0.01283	2.04	1.02	3.08
	C-055	097	0.01283	1.24	0.62	
	C-062	125	0.01283	1.61	0.80	
	C-053	100	0.01283	1.28	0.64	
N-038	C-077	056	0.01283	0.72	0.36	1.61
	C-054	159	0.01283	2.04	1.02	
	C-073	036	0.01283	0.46	0.23	
N-039	C-057	143	0.01283	1.84	0.92	1.91
	C-058	057	0.01283	0.74	0.37	
	C-055	097	0.01283	1.24	0.62	
N-040	C-056	137	0.01283	1.76	0.88	2.06
	C-057	143	0.01283	1.84	0.92	
	C-078	041	0.01283	0.52	0.26	
N-041	C-063	084	0.01283	1.08	0.54	3.85
	C-066	307	0.01283	3.94	1.97	
	C-065	209	0.01283	2.68	1.34	
N-042	C-059	072	0.01283	0.92	0.46	1.94
	C-058	057	0.01283	0.74	0.37	
	C-088	174	0.01283	2.23	1.12	
N-043	C-061	103	0.01283	1.32	0.66	3.54
	C-060	109	0.01283	1.40	0.70	
	C-064	033	0.01283	0.42	0.21	

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-043	C-066	307	0.01283	3.94	1.97	3.54
N-044	C-087	047	0.01283	0.60	0.30	1.77
	C-061	103	0.01283	1.32	0.66	
	C-062	125	0.01283	1.61	0.80	
N-045	C-064	033	0.01283	0.42	0.21	2.09
	C-065	209	0.01283	2.68	1.34	
	C-063	084	0.01283	1.08	0.54	
N-046	C-102	534	0.01283	6.86	3.43	3.43
N-047	C-068	022	0.01283	0.28	0.14	3.81
	C-069	199	0.01283	2.56	1.28	
	C-067	373	0.01283	4.79	2.39	
N-048	C-071	082	0.01283	1.05	0.53	4.97
	C-084	493	0.01283	6.33	3.16	
	C-069	199	0.01283	2.56	1.28	
N-049	C-070	342	0.01283	4.39	2.20	3.58
	C-076	117	0.01283	1.50	0.75	
	C-080	099	0.01283	1.27	0.64	
N-050	C-074	226	0.01283	2.90	1.45	2.60
	C-075	097	0.01283	1.24	0.62	
	C-071	082	0.01283	1.05	0.53	
N-051	C-073	036	0.01283	0.46	0.23	2.15
	C-072	074	0.01283	0.95	0.47	
	C-074	226	0.01283	2.90	1.45	
N-052	C-076	117	0.01283	1.50	0.75	2.39
	C-081	159	0.01283	2.04	1.02	
	C-075	097	0.01283	1.24	0.62	
N-053	C-078	041	0.01283	0.52	0.26	1.00
	C-077	056	0.01283	0.72	0.36	
	C-082	058	0.01283	0.75	0.37	
N-054	C-080	099	0.01283	1.27	0.64	2.55
	C-083	151	0.01283	1.94	0.97	
	C-079	147	0.01283	1.89	0.94	
N-055	C-082	058	0.01283	0.75	0.37	2.36
	C-081	159	0.01283	2.04	1.02	
	C-083	151	0.01283	1.94	0.97	
N-056	C-086	192	0.01283	2.46	1.23	3.15
	C-085	300	0.01283	3.85	1.92	
N-057	C-085	300	0.01283	3.85	1.92	6.32
	C-084	493	0.01283	6.33	3.16	
	C-086	192	0.01283	2.46	1.23	
N-058	C-088	174	0.01283	2.23	1.12	2.27
	C-089	133	0.01283	1.71	0.85	

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-058	C-087	047	0.01283	0.60	0.30	2.27
N-059	C-100	087	0.01283	1.12	0.56	4.39
	C-091	147	0.01283	1.88	0.94	
	C-095	450	0.01283	5.77	2.89	
N-060	C-092	314	0.01283	4.04	2.02	3.62
	C-093	117	0.01283	1.50	0.75	
	C-089	133	0.01283	1.71	0.85	
N-061	C-091	147	0.01283	1.88	0.94	3.52
	C-090	087	0.01283	1.12	0.56	
	C-092	314	0.01283	4.04	2.02	
N-062	C-094	199	0.01283	2.56	1.28	2.55
	C-097	082	0.01283	1.05	0.52	
	C-093	117	0.01283	1.50	0.75	
N-063	C-095	450	0.01283	5.77	2.89	4.46
	C-094	199	0.01283	2.56	1.28	
	C-096	045	0.01283	0.58	0.29	
N-064	C-096	045	0.01283	0.58	0.29	2.83
	C-099	274	0.01283	3.52	1.76	
	C-098	122	0.01283	1.56	0.78	
N-065	C-098	122	0.01283	1.56	0.78	3.06
	C-097	082	0.01283	1.05	0.52	
	C-099	274	0.01283	3.52	1.76	
N-066	C-101	429	0.01283	5.51	2.75	8.68
	C-103	836	0.01283	10.73	5.36	
	C-100	087	0.01283	1.12	0.56	
N-067	C-102	534	0.01283	6.86	3.43	11.55
	C-101	429	0.01283	5.51	2.75	
	C-103	836	0.01283	10.73	5.36	
N-069	C-107	467	0.01283	6.00	3.00	6.13
	C-110	410	0.01283	5.26	2.63	
	C-104	079	0.01283	1.01	0.51	
N-070	C-105	494	0.01283	6.34	3.17	3.17
N-071	C-105	494	0.01283	6.34	3.17	5.69
	C-106	183	0.01283	2.34	1.17	
	C-108	210	0.01283	2.69	1.35	
N-072	C-106	183	0.01283	2.34	1.17	1.17
N-073	C-108	210	0.01283	2.69	1.35	4.78
	C-109	068	0.01283	0.88	0.44	
	C-107	467	0.01283	6.00	3.00	
N-074	C-109	068	0.01283	0.88	0.44	0.44
N-075	C-111	136	0.01283	1.75	0.87	7.17
	C-112	338	0.01283	4.34	2.17	

Suite du Tableau V.01 : Calcul des débits aux nœuds

N° Nœuds	N° Tronçons	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/m)	Q_{r_i} (l/s)	$0,5 \times Q_{r_i}$ (l/s)	Q_{n_i} (l/s)
N-075	C-113	234	0.01283	3.01	1.50	7.17
	C-110	410	0.01283	5.26	2.63	
N-076	C-115	088	0.01283	1.13	0.56	3.60
	C-111	136	0.01283	1.75	0.87	
	C-112	338	0.01283	4.34	2.17	
N-077	C-114	376	0.01283	4.83	2.41	2.41
N-078	C-114	376	0.01283	4.83	2.41	4.48
	C-113	234	0.01283	3.01	1.50	
	C-115	088	0.01283	1.13	0.56	

V.3.2 Cas de Pointe + Incendie

Pour ce cas, c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit d'incendie estimé à 17 l/s se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud N-027 de cote de terrain 190,29 m.

Dans ce cas le débit d'incendie sera considéré comme un débit concentré, donc en appliquant la formule (V .03) on aura :

$$A.N \quad Q_{n_{060}} = 0,5 \times 3,93 + 17 \Rightarrow \boxed{Q_{n_{027}} = 18,97 \text{ l/s}}$$

V.3.3 Les Résultats de la Simulation

V.3.3.1 Cas de Pointe

Les vitesses et les pertes de charges au niveau du réseau en cas de pointe sont représentées dans le tableau V.02 :

Tableau V.02 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-001	R-01	N-003	169	110	93.04	1.41	04
C-002	N-003	N-001	426	125	64.77	1.83	04
C-003	R-02	N-003	193	110	1.95	1.48	05
C-004	N-001	N-006	151	110	40.28	1.96	05
C-005	N-008	N-007	053	200	1.08	2.33	04
C-006	N-006	N-009	124	160	4.55	1.85	05
C-007	N-001	N-010	069	110	19.05	0.32	01
C-008	N-010	N-002	160	110	4.05	1.52	02
C-009	N-006	N-011	071	110	46.82	2.19	05
C-010	N-011	N-008	115	125	7.7	2.07	01
C-011	N-010	N-011	153	110	14.14	1.23	03

Suite du Tableau V.02 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-012	N-008	N-012	212	160	29.38	2.25	01
C-013	N-012	N-009	076	160	18.35	2.78	09
C-014	N-011	N-012	125	110	8.17	1.39	09
C-015	N-014	N-013	086	160	2.18	3.04	05
C-016	N-015	N-014	102	200	3.34	1.84	01
C-017	N-009	N-016	175	250	19.29	1.85	09
C-018	N-016	N-015	080	160	15.7	2.57	02
C-019	N-014	N-017	152	110	2.93	1.48	05
C-020	N-017	N-015	043	110	12.56	2.02	06
C-021	N-013	N-018	140	110	9.64	1.78	04
C-022	N-018	N-014	036	110	10.11	0.88	03
C-023	N-018	N-015	151	110	11.14	1.12	01
C-024	N-017	N-016	218	200	0.48	1.14	04
C-025	N-013	N-019	077	200	2.47	2.42	03
C-026	N-019	N-020	165	200	78.59	2.01	02
C-027	N-019	N-020	287	110	32.45	1.02	09
C-028	N-020	N-021	031	200	2.6	2.22	05
C-029	N-022	N-005	510	110	2.62	0.34	01
C-030	N-023	N-022	103	110	8.88	3.39	06
C-031	N-021	N-024	048	200	0.68	1.31	03
C-032	N-024	N-023	336	110	0.87	1.83	02
C-033	N-023	N-024	274	110	0.66	2.04	01
C-034	N-025	N-004	108	110	40.51	0.76	03
C-035	N-025	N-027	149	110	1.9	0.63	08
C-036	N-027	N-026	311	110	2.8	0.25	04
C-037	N-026	N-027	153	110	3.14	0.39	04
C-038	N-026	N-004	027	110	3.1	0.40	03
C-039	N-021	N-028	147	200	8.11	0.86	09
C-040	N-028	N-025	033	110	11.15	1.58	07
C-041	N-004	N-029	133	110	12.44	0.26	10
C-042	N-029	N-030	326	110	1.12	0.28	08
C-043	N-030	N-028	101	110	1.22	1.08	08
C-044	N-029	N-030	167	110	2.95	0.40	05
C-045	N-029	N-031	306	110	1.05	0.21	04
C-046	N-004	N-032	227	110	49.73	0.51	04
C-047	N-033	N-022	543	125	6.51	1.76	07
C-048	R-03	N-033	023	315	6.76	1.59	05
C-050	N-002	N-035	061	110	27.69	2.87	01
C-051	N-035	N-007	096	110	27.67	2.42	06
C-052	N-034	N-036	198	400	51.23	0.89	03

Suite du Tableau V.02 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-053	N-034	N-037	100	200	28.07	1.80	01
C-054	N-037	N-038	159	110	21.85	0.36	01
C-055	N-037	N-039	097	160	6.72	2.75	08
C-056	N-040	N-007	137	110	1.96	1.43	04
C-057	N-039	N-040	143	110	14.86	0.39	04
C-058	N-039	N-042	057	200	0.45	1.82	03
C-059	N-042	N-035	072	110	4.06	1.32	04
C-060	N-034	N-043	109	315	3.24	0.67	01
C-061	N-043	N-044	103	200	2.63	1.37	10
C-062	N-037	N-044	125	110	5.1	0.54	06
C-063	N-041	N-045	084	110	5.94	0.52	01
C-064	N-045	N-043	033	110	3.89	0.46	09
C-065	N-045	N-041	209	110	2.37	0.40	09
C-066	N-041	N-043	307	110	4.17	0.32	05
C-067	R-05	N-047	373	400	56.30	2.85	01
C-068	N-047	N-036	022	400	45.13	0.76	09
C-069	N-047	N-048	199	400	23.25	2.08	02
C-070	N-049	N-033	342	315	1.33	1.03	05
C-071	N-048	N-050	082	400	41.02	2.04	06
C-072	N-036	N-051	074	400	60.01	0.97	04
C-073	N-051	N-038	036	200	1.35	3.61	03
C-074	N-050	N-051	226	110	5.87	0.72	01
C-075	N-050	N-052	097	315	152.5	1.54	04
C-076	N-052	N-049	117	315	1.21	1.09	03
C-077	N-038	N-053	056	200	1.24	3.67	02
C-078	N-053	N-040	041	200	0.94	1.56	09
C-079	N-007	N-054	147	110	27.61	1.02	05
C-080	N-054	N-049	099	110	5.4	2.78	01
C-081	N-052	N-055	159	110	6.48	2.55	01
C-082	N-055	N-053	058	200	4.47	2.08	05
C-083	N-054	N-055	151	110	4.54	1.45	01
C-084	N-048	N-057	493	110	1.55	1.00	07
C-085	N-057	N-056	300	90	2.88	0.22	00
C-086	N-056	N-057	192	90	16.65	0.28	06
C-087	N-044	N-058	047	110	2.25	1.32	02
C-088	N-058	N-042	174	110	7.06	0.36	05
C-089	N-058	N-060	133	110	2.43	0.98	01
C-090	N-002	N-061	087	110	3.64	1.14	03
C-091	N-061	N-059	147	110	2.49	2.05	03
C-092	N-060	N-061	314	110	52.61	1.28	01

Suite du Tableau V.02 : Débits, vitesses et pertes de charges dans les différents tronçons du réseau en cas de pointe

N° de Conduite	Nœud de Départ	Nœud d'Arrivé	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
C-093	N-060	N-062	117	110	4.6	2.26	02
C-094	N-062	N-063	199	110	14.69	0.86	03
C-095	N-063	N-059	450	110	63.84	0.90	01
C-096	N-064	N-063	045	110	30.48	0.51	08
C-097	N-062	N-065	082	110	3.39	1.14	05
C-098	N-065	N-064	122	110	45.55	0.49	03
C-099	N-064	N-065	274	110	6.67	0.32	06
C-100	N-059	N-066	087	110	57.4	2.49	08
C-101	N-066	N-067	429	110	26.17	0.93	02
C-102	N-067	N-046	534	110	10.16	0.36	06
C-103	N-066	N-067	836	110	12	0.65	02
C-104	R-06	N-069	079	200	10.35	1.24	05
C-105	N-071	N-070	494	90	2.96	0.50	01
C-106	N-071	N-072	183	90	2.51	0.35	06
C-107	N-069	N-073	467	125	3.71	1.24	03
C-108	N-073	N-071	210	110	4.15	1.06	01
C-109	N-073	N-074	068	90	9.44	0.54	01
C-110	N-069	N-075	410	125	2.75	1.44	03
C-111	N-075	N-076	136	90	5.33	0.55	01
C-112	N-075	N-076	338	90	2.23	0.33	08
C-113	N-075	N-078	234	110	6.67	0.52	05
C-114	N-078	N-077	376	90	5.74	0.38	03
C-115	N-076	N-078	088	90	6.17	0.31	06

Les charges et les pressions dans le réseau en cas de pointe sont représentées dans le tableau V.03 :

Tableau V.03 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-001	151.89	4.14	193.70	41.81
N-002	140.60	1.98	196.62	56.02
N-003	190.85	5.06	203.04	12.19
N-004	139.06	3.18	171.63	32.57
N-005	107.94	3.28	155.51	47.57
N-006	147.91	2.22	189.30	41.39
N-007	146.98	2.77	196.08	49.10
N-008	141.43	2.43	195.03	53.60
N-009	142.69	2.41	187.20	44.51
N-010	144.22	2.45	193.70	49.48

Suite du Tableau V.03 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-011	144.54	2.98	191.84	47.30
N-012	141.45	2.64	189.90	48.46
N-013	140.49	1.95	178.00	37.51
N-014	142.37	2.41	181.65	39.28
N-015	144.08	2.41	182.96	38.88
N-016	144.13	3.04	185.44	41.31
N-017	141.41	2.65	184.28	42.87
N-018	148.24	2.10	181.41	33.17
N-019	137.87	3.39	176.36	38.49
N-020	139.37	3.10	173.86	34.49
N-021	137.65	1.45	173.29	35.65
N-022	114.72	7.42	156.11	41.39
N-023	116.42	4.58	164.36	47.94
N-024	134.18	4.23	172.97	38.79
N-025	143.80	1.86	172.18	28.38
N-026	141.35	3.15	171.63	30.28
N-027	151.36	3.93	171.65	20.30
N-028	142.80	1.80	172.83	30.03
N-029	128.03	5.98	171.60	43.57
N-030	126.01	3.81	171.85	45.84
N-031	99.46	1.97	171.46	72.00
N-032	128.82	1.46	171.57	42.75
N-033	132.82	5.82	145.03	12.21
N-034	169.85	2.61	219.36	49.51
N-035	144.15	1.46	200.20	56.04
N-036	177.45	1.89	219.66	42.20
N-037	159.05	3.08	218.13	59.07
N-038	159.44	1.61	217.93	58.49
N-039	149.39	1.91	214.73	65.34
N-040	152.92	2.06	214.94	62.03
N-041	167.84	3.85	219.15	51.30
N-042	144.51	1.94	214.01	69.50
N-043	166.12	3.54	219.23	53.12
N-044	158.95	1.77	218.46	59.52
N-045	168.73	2.09	219.17	50.44
N-046	82.39	3.43	183.29	100.91
N-047	180.50	3.81	219.67	39.17
N-048	203.17	4.97	218.83	15.66
N-049	143.34	3.58	191.83	48.49
N-050	171.98	2.60	218.49	46.51
N-051	164.47	2.15	219.53	55.06
N-052	158.66	2.39	206.83	48.17
N-053	155.27	1.00	215.33	60.06

Suite du Tableau V.03 : Les pressions et les charges dans le réseau en cas de pointe

N° du Nœud	Elévation (m)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
N-054	144.20	2.55	197.36	53.16
N-055	154.43	2.36	214.39	59.96
N-056	176.53	3.15	214.54	38.01
N-057	168.49	6.32	214.73	46.24
N-058	155.98	2.27	213.80	57.81
N-059	128.01	4.39	191.06	63.05
N-060	160.63	3.62	199.84	39.21
N-061	137.20	3.52	195.69	58.48
N-062	157.24	2.55	195.41	38.17
N-063	128.75	4.46	194.16	65.41
N-064	137.07	2.83	194.27	57.20
N-065	150.16	3.06	194.55	44.39
N-066	124.60	8.68	187.10	62.50
N-067	98.72	11.55	183.97	85.26
N-069	251.45	6.13	271.33	19.88
N-070	185.15	3.17	262.92	77.78
N-071	218.36	5.69	264.36	46.00
N-072	207.69	1.17	264.28	56.58
N-073	243.81	4.78	266.30	22.49
N-074	234.45	0.44	266.29	31.84
N-075	215.78	7.17	265.53	49.76
N-076	227.13	3.60	265.07	37.93
N-077	205.58	2.41	264.30	58.72
N-078	215.69	4.48	264.96	49.27

V.3.3.2 Cas de Pointe + Incendie

D'après le comportement du réseau dans le cas de pointe plus incendie on a obtenu les mêmes paramètres hydrauliques que le cas de pointe avec des variations de pressions et de vitesses non considérables.

V.3.4 Analyse des Résultats de Simulation

V.3.4.1 Cas de Pointe

Comme montre le tableau V.03, les résultats des pressions en cas de pointe sont généralement compris entre 1 et 6 bars et ils sont bien repartis dans le réseau. Nous avons remarqués que 85% des vitesses sont entre 0.5 et 1.5 m/s, la chose qui confirme le bon écoulement de l'eau dans les conduites et éviter leurs entartrages.

V.3.4.2 Cas de pointe plus incendie

Les résultats de calculs des vitesses et des pressions dans le réseau pour le cas de pointe plus incendie sont restées favorables et dans les normes.

On a remarqué aussi qu'il ya une chute de pression non considérable par rapport au cas de pointe et ça est du à l'augmentation du débit.

Conclusion

Le réaménagement du notre réseau nous a permet de satisfaire les besoin des abonnés jusqu'à l'horizon 2035, du point de vue pression et de point de vue vitesse. Ces satisfactions vont permettre au réseau d'éviter les problèmes de dépression et surpression, ainsi que les phénomènes d'entartrage et le dépôt dans les conduites.

Chapitre VI

Pose des Conduites

Introduction

La pose de canalisation est une opération délicate influée directement sur la durée de vie, les conditions et les coûts d'entretien du réseau d'A.E.P dont un élément mal posé peut entraîner un mauvais fonctionnement du système dans son ensemble.

Il importe donc que la pose des conduites soit avec méthode, en respectant les règles qui garantissent un service sans défaillance, quelles que soit les conditions initiales d'environnement et du marche de réseau. [7]

VI.1 Principe de Pose des Canalisations [2]

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même pour toutes les conduites. Par contre le mode de pose varie d'un terrain à l'autre, ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

L'épaisseur du remblai au dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel. En général, elle est de 1 m. Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dent de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 m.

VI.1.1 Pose Selon la Nature de Terrain

Dans notre projet, la pose de canalisation est ordinaire vu que le sol de l'agglomération ne présente pas d'anomalie (absence de rivière, de galerie et de marécage). Dans un terrain ordinaire, la canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm et une profondeur de telle façon à recevoir le lit de pose (Sable), la conduite et l'épaisseur du remblai (80 cm minimum). Le fond de tranchée est garni d'un lit du sable de 10 à 20 cm d'épaisseur au minimum, destiné à constituer un matelas élastique au dessous du tuyau.

Avant la mise en fouille, on procède à un triage de conduites de façon à écarter celles qui ont subi de chocs, fissuration... etc. Après cela, on pratique la descente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon plus lente. Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 *cm* exempts de pierres et bien pilonné, et sera par la suite achevé avec des engins.

VI.1.2 Pose Selon la Nature des Conduites

Dans notre projet, comme les canalisations sont en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogations expresses. Si le cintrage a lieu suivant une courbure de diamètre compris entre 06 à 16 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit s'effectuer à chaud ; de plus fortes courbures sont à proscrire. En cas de pose pendant les journées chaudes, le serrage de jonctions extrême des canalisations et le remblaiement ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence dans la matinée.

VI.1.3 Traversées des routes

Nous avons dans notre projet la traversée de plusieurs routes. En raison des charges supportées, qui peuvent amener des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles au niveau des conduites et des routes, les traversées de routes doivent être limitées dans la mesure du possible. Dans le cas où on n'a pas d'autres alternatives, on doit faire la pose des conduites dans une gaine (buse de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite), dans le double but de protéger la canalisation des chocs et vibration, et d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée. D'autre part, la profondeur d'enfouissement doit être au minimum d'un mètre sous la chaussée (0,70 *m* sous accotement). Enfin, le remblaiement et la reconstitution de la chaussée doivent être exécutés avec soin.

VI.1.4 Traversée des Oueds

La pose de canalisation à la traversée d'un oued demande certains travaux spécial en fonction de l'état de la traversé. L'existence d'un pont-route suivra également de support de la canalisation .Dans le cas où le pont-route n'existe pas, on va choisir le traversé aérienne.

Le franchissement aérien des oueds est assuré par l'implantation des piliers au niveau de lit d'oued. Les piliers seront dimensionnés d'une manière à supporter les charges appliquées par la conduite.

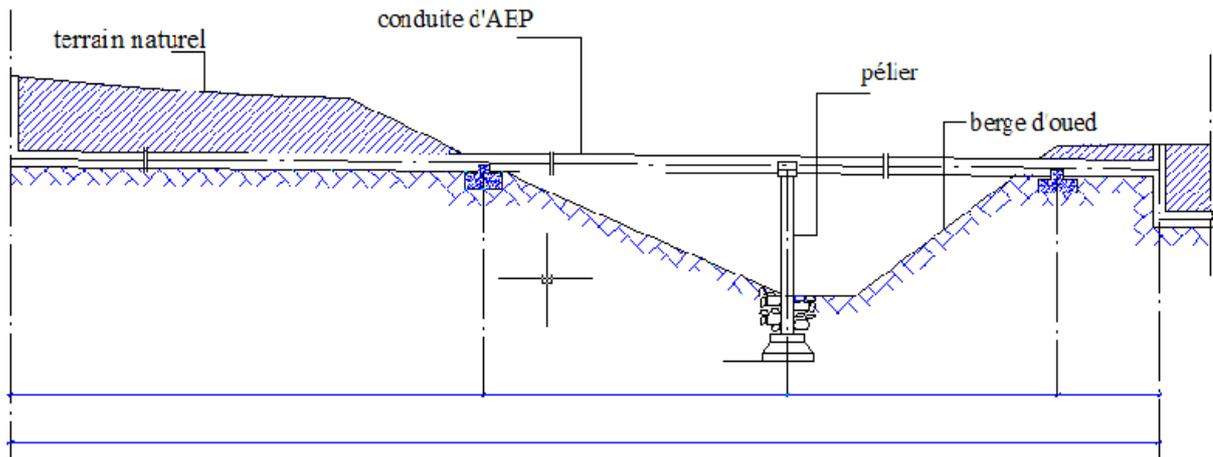


Figure VI.1 : La Traversée d'un Oued

VI.2 Exécution des Travaux de Pose des Canalisations [7]

VI.2.1 Travaux Préliminaires

Avant de commencer le chantier de pose, on doit procéder aux opérations de piquetage et de jalonnement qui permettent :

- De matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long de canalisation.
- De reporter la position de tous les ouvrages enterrés (réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisations de gaz). Pour un repérage précis, il faut exécuter des sondages de reconnaissance perpendiculairement aux lieux des canalisations indiquées sur les plans du projet.

La vérification et la manutention des canalisations (Les quantités, L'aspect et le contrôle de l'intégrité, Le marquage en cas de défaut) sont des étapes nécessaires avant la mise en pose des conduites.

VI.2.2 Excavation des Tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

L'opération de décapage des terres végétales peut ne pas avoir lieu car on a procédé à un changement du réseau existant au sein de la ville de THENIA.

L'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

VI.2.2.1 La Profondeur de Tranchée (H_{tr})

Les tranchées sont établies en chaque point à la profondeur indiquée au profil en long, en générale la profondeur est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + e \text{ en (m)..... (VI.01)}$$

Avec D : Diamètre de la conduite (m).

h : Hauteur de la génératrice supérieure de conduite à la surface du sol, elle est variée entre 80 et 120 cm. Dans notre projet on prend $h = 1 \text{ m}$.

e : Epaisseur du lit de pose ($e = 0,2 \text{ m}$).

VI.2.2.2 La Largeur de Tranchée (b)

La largeur de la tranchée est évidemment en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose. La tranchée devra présenter en son fond une largeur au moins égale au diamètre extérieur du tuyau avec 30 cm d'espacement sur chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \text{ en (m) (VI.02)}$$

Avec D : Diamètre de la conduite (m).

VI.2.2.3 Choix du Coefficient du Talus (m)

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

Tableau VI.01 : Choix du Coefficient du Talus

Sols	Profondeur de la Tranchée	
	Jusqu'à 1.5 m	Jusqu'à 3 m
sable	$m = 0,5$	$m = 1$
limon sableux	$m = 0,25$	$m = 0,67$
limon argileux	$m = 0$	$m = 0,5$

VI.2.2.4 La Section Tranchée (S_{tr})

Les sections des tranchées sont en forme rectangulaire dont l'aire est donnée par la formule :



$$S_{tr} = H_{tr} \cdot b \text{ en } (m^2) \dots\dots\dots (VI.03)$$

Avec H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m).

b : Largeur du fond de la tranchée (m).

VI.2.3 Aménagement du Lit de Sable

Le lit de pose à pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivant :

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée.
- Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

VI.2.4 Mise en Place des Canalisations

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol.
- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

VI.2.5 Assemblage des Conduites en PEHD [5]

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en barres de 6 à 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 à 100 m . Pour le raccordement de ces conduites, deux procédés sont employés :

- Jusqu'au diamètre 63, le raccordement est mécanique à emboîtement.
- Raccord électro-soudables : les raccords électro-soudables en PEHD à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante. Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement.

Le temps de soudages est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure. Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place des butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

VI.2.6 Essai Générale du Réseau

Avant la réception provisoire des travaux, Il est procédé par l'entreprise en présence du maitre d'œuvre, à une mise en pression générale du réseau, par l'intermédiaire du réservoir. Les robinets et vannes de branchements et de raccordement étant fermés.

Il est impératif de remplir les conduites lentement. Avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux prévus, cette opération est indispensable pour donner à l'air le temps de s'acheminer et de s'accumuler aux points hauts et enfin de s'échapper par les ventouses. On utilisera les robinets vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau. Dans un premier temps, ces robinets vannes sont ouverts, ensuite ils sont refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau.

L'opération de remplissage étant terminée, le réseau est mis sous pression pendant 48 heures. Après cette période en mesure la perte par rapport à la capacité du réseau, celle-ci ne doit pas dépasser les 2%.

VI.2.7 Enrobage de la Canalisation

L'enrobage est une opération très délicate pour la stabilité du tuyau, elle assure son calage et la transmission régulière de l'effet latéral des terres. L'enrobage de la canalisation jusqu'à environ de 30 *cm* au dessus de sa génératrice supérieure est à distinguer du remblaiement qui à lieu au delà de cette zone.

Le choix des matériaux d'enrobage et leur mise en œuvre ont une grande influence sur la durabilité du réseau ainsi. Il convient donc d'insister sur l'importance de la zone d'enrobage.

Après l'enrobage il est vivement conseillé de repérer les tuyaux par un grillage plastique avertisseur en bleu posé dans la tranchée au dessus de la couche d'enrobage.

VI.2.8 Remblaiement de la Tranchée

Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges sur la canalisation et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui mis en œuvre pour l'enrobage du tuyau. Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de damage ($<0,3m$), en tenant compte de la nature du remblai, afin de garantir une compacité optimale et régulière durant cette opération les tuyaux ne devront subir aucun dommage.

Pour cette raison, l'utilisation d'engins de compactage moyens ou lourds n'est admissible qu'à partir d'une hauteur de couverture de 1 m. Par ailleurs dans le cas de faible couverture des tuyaux, la circulation des véhicules ainsi que le stockage des déblais des tranchées sont interdits sur le tracé de la canalisation

VI.2.9 Contrôle du Compactage des Tranchées

Le compactage de la zone d'enrobage et de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau donc sur la stabilité de celui-ci. Il est nécessaire de vérifier à posteriori la qualité de réalisation de cette opération.

Le contrôle peut utilement être réalisable à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre que l'on appelle « Sonde battus ». Cet appareil permet :

- Une approche relativement faible de la densité du sol.
- De déceler rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

VI.2.10 Mise en Service du Réseau

Malgré tous les précautions prises, la propreté de la canalisation est insuffisante, elle contient toujours de la terre ou des pierres qui en se déposant dans les appareils de robinetterie ou de fontainerie peuvent gêner leur manœuvre, détériorer les sièges et les clapets de fermeture. Avant la mise en service définitive du réseau d'eau potable, comme après toute réparation sur une canalisation d'eau, il y a lieu de procéder à la désinfection du réseau avant la distribution d'eau aux consommateurs.

La désinfection peut s'effectuer soit au chlore soit au permanganate de potassium. Il est impératif de respecter un temps de contact minimum pour l'opération de désinfection. Après cette opération, on doit procéder un rinçage du réseau à l'eau clair.

VI.3 Prescription Spéciale Concernant le PEHD [5]

Il est déconseillé de poser les canalisations en polyéthylène :

- A proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels où la température qui dépasse 25°C. Lorsque l'éloignement n'est possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant.
- A proximité d'une zone imprégnée d'hydrocarbure, auquel cas la conduite doit être placée dans un barreau afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.
- Comme pour le PVC, les conduites en polyéthylène doivent être stockées à l'abri du soleil, ils ne doivent pas être posés lorsqu'ils sont portés (au soleil par exemple) à une température élevée.
- La mise en place des tuyaux doit être réalisée en larges ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation (le polyéthylène a une dilatation linéaire qui peut atteindre 8 mm/m pour une différence de température de 40 °C).
- Un soin particulier est à apporter lors de la manipulation des conduites du fait de la sensibilité de polyéthylène aux blessures tranchantes.

VI.4 Choix des Engins du Chantier [9]

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement.

Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier qui sont présentés dans le tableau VI.02.

Tableau VI.02 : les Engins Utilisés pour la Mise en Place des Conduites et Leurs Rôles

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Un Dozer Equipé en Rétro	Enlever les roches et les racines des arbres
Un Camion Citerne	Arroser le remblai avant le compactage
Un Chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions
Une Pelle Mécanique	Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai
Un Compacteur à Rouleau Lisse	Compacter la couche de sable de 20 cm
Un Camion	Évacuer les déblais
Appareil de Soudure	Assurer l'assemblage des conduites

Suite du Tableau VI.02 : les Engins Utilisés pour la Mise en Place des Conduites et Leurs Rôles

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Sonde battue	Contrôle le compactage des tranchées
Une Dame Sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon support

VI.5 Calcul des Volumes de Terrassement

VI.5.1 Volume des Déblais (V_d)

Le volume d'excavation est donné par la relation suivante :

$$V_d = L_{tr} \cdot S_{tr} \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.04)$$

Avec L_{tr} : Longueur de la tranchée en (m).

S_{tr} : Section de la tranchée en (m^2).

VI.5.2 Volume des Déblais Foisonnés (V_{df})

Il est donné par la relation suivante :

$$V_{df} = K_j \cdot V_d \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.05)$$

Avec K_j : Coefficient de foisonnement déterminé selon la nature du sol.

V_d : Volume des déblais en (m^3).

VI.5.3 Volume du Lit de Sable (V_s)

Ce lit correspond à une couche de sable de 20 *cm* sur le fond de la tranchée. On calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_s = b \cdot e \cdot L_{tr} \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.06)$$

Avec b : Largeur de la tranchée en (m).

e : Epaisseur du lit de sable avec $e = 20 \text{ cm}$.

L_{tr} : Longueur de la Tranchée (m).

VI.5.4 Volume de la Conduite (V_c)

Le volume d'une conduite est donné comme suit :



$$V_c = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_{tr} \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.07)$$

Avec D : Diamètre des conduites à poser en (m).

L_{tr} : Longueur de la Tranchée (m).

VI.5.5 Volume des Remblais (V_r)

Le volume des remblais c'est le volume des déblais réduit du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable, il est calculé comme suit :

$$V_r = V_d - V_c - V_s \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.08)$$

Avec V_d : Volume total des déblais en (m^3).

V_c : Volume total occupé par les conduites en (m^3).

V_s : Volume total de sable pour le lit de pose des conduites en (m^3).

VI.5.6 Volume Excédentaire (V_{exc})

Il est calculé comme suit :

$$V_{exc} = V_d - V_r \text{ en } (m^3) \dots\dots\dots (VI.09)$$

Avec V_d : Volume total des déblais en (m^3).

V_r : Volume total des remblais en (m^3).

Les résultats de calcul des volumes de terrassement sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau VI.03 : Récapitulatif des Différents Volumes de Terrassement

Diamètres (mm)	90	110	125	160
Largeur de Tranchée $L_{tr} (m)$	0.69	0.71	0.73	0.76
Hauteur de Tranchée $H_{tr} (m)$	1.29	1.31	1.33	1.36
Section de Tranchée $S_{tr} (m^2)$	0.89	0.93	0.96	1.03
Hauteur du Lit du Sable e (m)	0.20	0.20	0.20	0.20
Section du Lit du Sable S_s (m^2)	0.14	0.14	0.15	0.15
Section de Conduite $S_c (m^2)$	0.0064	0.0095	0.0123	0.0201
Longueur de Tranchée $L_{tr} (m)$	2174	12389	1960	674



Suite du Tableau VI.03 : Récapitulatif des Différents Volumes de Terrassement

Diamètres (mm)	90	110	125	160
Volume des Déblais $V_d (m^3)$	1 935	11 523	1 883	696
Volume de Conduite $V_c (m^3)$	14	118	24	14
Volume de Sable $V_s (m^3)$	300	1 759	284	102
Volume des Déblais Foisonnés $V_{df} (m^3)$	2 322	13 827	2 260	836
Volume de Remblais $V_r (m^3)$	1 621	9 646	1 575	580
Volume Excédentaire $V_{exc} (m^3)$	701	4 181	685	255

Suite du Tableau VI.03 : Récapitulatif des Différents Volumes de Terrassement

Diamètres (mm)	200	250	315	400
Largeur de Tranchée $L_{tr} (m)$	0.80	0.85	0.92	1.00
Hauteur de Tranchée $H_{tr} (m)$	1.40	1.45	1.52	1.60
Section de Tranchée $S_{tr} (m^2)$	1.12	1.23	1.39	1.60
Hauteur du Lit du Sable $e (m)$	0.20	0.20	0.20	0.20
Section du Lit du Sable $S_s (m^2)$	0.16	0.17	0.18	0.20
Section de Conduite $S_c (m^2)$	0.0314	0.0491	0.0779	0.1256
Longueur de Tranchée $L_{tr} (m)$	1370	175	687	948
Volume des Déblais $V_d (m^3)$	1 535	216	953	1 517
Volume de Conduite $V_c (m^3)$	43	9	54	119
Volume de Sable $V_s (m^3)$	219	30	126	190
Volume des Déblais Foisonnés $V_{df} (m^3)$	1 841	260	1 143	1 820
Volume de Remblais $V_r (m^3)$	1 272	178	773	1 208
Volume Excédentaire $V_{exc} (m^3)$	569	82	370	612

Alors :

- Le volume total des déblais = 20.257 (m^3).
- Le volume total de sable = 3.010 (m^3).
- Le volume total des déblais foisonnés = 24.309 (m^3).
- Le volume total des remblais = 16.854 (m^3).
- Le volume total excédentaire = 7.455 (m^3).

Conclusion

Dans ce chapitre on a défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'A.E.P puis on a calculé les volumes de terrassement et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Alors la pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un excellent outil de transport, sûr, économique et durable.

Chapitre VII

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, un certain nombre de dispositifs, de consignes et de règlements dits (sécurité) sont mis à la disposition des chantiers.

Ces règlements sont indispensablement à appliquées. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeants 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.

VII.1 Causes des Accidents de Travail dans un Chantier Hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

VII.1.1 Facteurs Humains

- Manque de contrôle et négligence.
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables.
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux.
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.

- Suivre un rythme de travail inadapté.

VII.1.2 Facteurs Matériels

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions, soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

VII.1.3 Liste des Conditions Dangereuses

- Installations non protégées.
- Installations mal protégées.
- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Protection individuelle inexistante.
- Défaut dans la conception, dans la construction.
- Matières défectueuses.
- Stockage irrationnel.
- Mauvaise disposition des lieux.
- Eclairages défectueux.
- Facteurs d'ambiance impropres.
- Conditions climatiques défavorables.

VII.1.4 Liste des Actions Dangereuses

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Neutraliser les dispositifs de sécurités.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- Importance durant les opérations de stockage.
- Adopter une position peu sûre.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

- Plaisanter ou se quereller.

VII.2 Mesures Préventives pour Eviter les Causes des Accidents

VII.2.1 Protection Individuelle

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice, etc.).

VII.2.2 Autres Protections

Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins). Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol. Climatisation des surcharges en bordure des fouilles. Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

VII.2.3 Protection Collective

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

VII.2.4 Engin de Levage

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter du personnel compteur.
- 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.

VII.2.5 Appareillage Electrique

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

Conclusion

En dépit de ce qu'on vient de citer dans ce chapitre, on attendait à une fréquence des accidents de travaux amoindrie, si les consignes et les dispositifs vont être pris au sérieux.



Chapitre VIII

Gestion de Réseau d'AEP

Introduction

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable est une fonction primordiale pour assurer un meilleur rendement des installations, ainsi que augmenter la durée de vie des ouvrages et accessoires composant le système.

VIII.1 Outil de Gestion des Réseaux d'AEP

C'est presque une évidence de dire que, pour bien gérer un système d'alimentation en eau potable, il convient de bien le connaître. Cette évidence, loin d'être toujours respectée en matière de réseau, est cependant un critère impératif pour l'approche du renouvellement.

Cette connaissance doit être basée sur les trois points suivants :

VIII.1.1 Connaissance de l'Existant

Il est indispensable de bien connaître la position et le linéaire des différentes conduites du réseau, leurs matériaux, leurs diamètres et leurs âges, de même que la localisation et le type des différents appareils (mesures, protection du réseau, etc.).

Cette connaissance doit être transposée sur des plans de réseau mis à jour régulièrement. Les plans sont habituellement de deux types :

1/ Des plans généraux à échelle relativement petite entre 1/2000 et 1/1000 qui permettent d'avoir l'ensemble du réseau et facilitent la compréhension de son fonctionnement, notamment lorsqu'il faut isoler un secteur.

C'est l'outil de base du fontainier (employé responsable de la production et de la distribution d'eau potable). De nombreux services possèdent ce type de plans, mais tous ne sont pas remis systématiquement à jour. Trop souvent, chaque agent reporte les modifications, dont il a connaissance, sur son propre plan sans faire remonter cette information.

L'utilisation des « Systèmes d'Information Géographiques » (SIG), lorsqu'ils sont adaptés aux besoins des utilisateurs, facilitent cette tâche. Sur ces plans doivent figurer :

- Tous les équipements et appareils liés au fonctionnement du réseau (réservoirs, vannes des sectionnements, appareils de régulation,...).
- Le diamètre et le matériau des conduites.
- Quelques côtes altimétriques du terrain.

2/ Des plans précis à grande échelle (au 1/200, 1/500), définis par rue, sur lesquels figureront :

- L'emplacement des branchements et la triangulation des robinets de prise en charge.
- Le positionnement exact du réseau (en 3D) et de ces appareils annoncés (appelés à vidanges et ventouses).
- La position des réseaux voisins.
- Le matériau, le diamètre et l'âge de la conduite et des branchements.

Les éléments indiqués ci-dessus ne sont pas exhaustifs. L'utilisation de l'informatique permet aujourd'hui de prendre en compte de nombreux paramètres supplémentaires et d'utiliser facilement les sémiologies (forme et couleur) numériques.

VIII.1.2 Informations Relatives au Fonctionnement du Réseau

Il s'agit là d'un aspect de la connaissance moins habituel que le précédent mais certainement, tout aussi important et complémentaire.

Dès qu'il atteint une certaine importance, soit 100.000 m^3 mis en distribution par an, par exemple, le réseau doit être organisé en secteur de distribution et il est impératif de bien connaître les différentes catégories de volumes pour l'ensemble du réseau et pour chacun des secteurs, notamment :

- Le volume mis en distribution annuellement.
- Les volumes comptabilisés pendant la même période.
- Les divers volumes non comptabilisés (les pertes d'eau, le volume consommé pour les incendies ...).
- Les paramètres hydrauliques de chaque tronçon.

A partir de ces différentes catégories de données et des caractéristiques du réseau, seront calculés les rendements et indices habituels, comme les rendements primaires (R_p) et nets (R_n), les indices linéaires de pertes en distribution ou en réparation (ILP).

Il peut également être intéressant d'avoir une idée des principales lignes piézométriques à différentes périodes, de connaître l'évolution des caractéristiques

de l'eau, de même que de réaliser périodiquement des analyses de débit sur les compteurs des différents secteurs de distribution.

VIII.1.3 Entretien du Réseau

Quelles qu'aient pûes être les précautions apportées à l'exécution des chantiers et dans la gestion de la distribution, des ruptures et des fuites peuvent se produire. Ces phénomènes sont symptomatiques du vieillissement du réseau. C'est alors que nous déclenchons l'opération classique d'entretien curatif. Celle-ci nécessite d'abord une localisation de la fuite. Nous fouillons dans la zone où l'eau vient en surface, puis nous effectuons la réparation avec les moyens techniques disponibles (montage de joints lorsque cela est possible, mise en place de colliers de réparations des joints, pose de manchons...). Une attention particulière doit être portée sur les risques de pollution au cours de ces opérations de réparation. Lors des fuites sur les vannes, les ventouses et les décharges, nous procédons le plus souvent au remplacement systématique de l'appareil en cause.

D'autres actions peuvent également être entreprises. Elles résultent alors d'une attitude volontariste dans le domaine de la qualité de l'eau et dans le maintien des capacités hydrauliques du réseau. L'entretien préventif conduit à la lutte contre le vieillissement du réseau par des opérations de remplacement, ou par des opérations de réhabilitation des ouvrages.

Les procédures de réhabilitation sont destinées à remettre en état une conduite dont certaines caractéristiques se sont dégradées mais dont la qualité permet d'en continuer l'exploitation.

Le remplacement représente une pose d'une conduite nouvelle destinée à être substituée à un ouvrage ancien à abandonner.

Les procédés de réhabilitation ou de renouvellement sont très développés. La présence d'un organe de régulation nécessite la justification des travaux et des dépenses de renouvellement.

Pour comprendre l'évolution de l'état d'un réseau, il faut pouvoir en analyser les faits marquants, notamment les réparations.

Afin de pouvoir effectuer cette analyse, il est impératif de recueillir sur le terrain les nombreuses indications disponibles lors d'une intervention et créer une fiche des interventions qui reprendra entre autre :

- Les caractéristiques des conduites.
- Leur état général.
- Les caractéristiques du remblai existant et de l'environnement de la conduite.

- Tous les éléments liés à l'intervention (durée, pièces utilisées ...).

Parallèlement, le fichier des appareils permettra de suivre le fonctionnement et l'entretien de ceux-ci.

Ces informations permettent de mettre à jour les différents plans présentés, le repérage des interventions sur ces mêmes plans conduit à identifier les secteurs à forte fréquence d'incidents. Par une exploitation statistique de ces fichiers et des informations reportées sur les plans, des fiches des conduites peuvent faciliter le traitement de ces informations. Il deviendra alors possible d'effectuer des prévisions sur les risques de défaillances (désordres) pour chaque secteur.

Bien que la liste de ces ouvrages, évoqués ci-dessus, ne soit pas exhaustive, elle précise les points qui semblent indispensables pour une bonne approche du renouvellement. Il s'agit de conditions nécessaires mais certainement pas suffisantes, car un autre facteur déterminant entre en ligne de compte: l'expérience des exploitants eux-mêmes, les distributeurs d'eau en général et plus précisément les gestionnaires de réseau.

VIII.2 Données Relatives au Réseau

La nature et l'origine des données sont différentes selon les services concernés par le réseau. Globalement, l'information relative au réseau conduira à la liste suivante :

- Secteur, nom de la rue et éventuellement le numéro du bâtiment.
- Le diamètre des tronçons.
- La longueur des tronçons.
- Equipements de réseaux (vannes, organes de régulation, ventouses, etc. ...).
- La date de pose.
- Emplacement de la conduite par rapport à la chaussée (ce facteur caractérise le fait que la conduite se trouve sous la chaussée ou le trottoir).
- Emplacement par rapport aux autres réseaux (assainissement, rejets divers, ...).
- Conditions de pose et protection (ces données concernent la profondeur de la canalisation et son lit de pose).
- Le matériau de canalisation.
- Ouvrages annexes (éléments des réservoirs, les stations de pompage ou de traitement d'eau dont les caractéristiques interviennent dans les calculs des réseaux).
- Dernière intervention (caractéristiques : opérations de recherches de fuites, travaux de nettoyages effectués, ...).

- Points des livraisons particuliers :
 - Poteaux et bouches d'incendie.
 - Abonnés spéciaux (hôpitaux, installations de lutte contre l'incendie, etc. ...).
- Pressions (charge hydraulique) :
 - La charge maximale autorisée.
 - La charge prévue de service (valeur théorique).
 - La charge de sécurité.
- Débits.
- Nombre d'abonnés par unité de longueur.
- Des données de consommation moyenne observée ou relevée sur les compteurs ou sur des points d'observation.
- Date de dernier abonné.
- Nature de l'eau.
- Les analyses contenant notamment le taux d'oxygène dissous, le pH et la conductivité de l'eau.
- Informations de diverses origines correspondant à une anomalie de fonctionnement des installations :
 - Insuffisance ou excès de pression.
 - Qualité de l'eau.
 - Débit insuffisant, ou trop élevé.
 - Vitesse hors limites.
- Date de passage à un nouveau matériau ou de remplacement ou de réhabilitation. Cette date peut être importante car elle permettra de comparer les différents matériaux :
 - Joint expresse, revêtement intérieur, revêtement extérieur ...etc.
 - La longueur remplacée.
 - Le sol et sa corrosivité.
 - Trafic automobile.

VIII.3 Les données Concernant les Défaillances et les Interventions

La réparation des défaillances est l'occasion de renseigner certaines variables de détérioration (profondeur de pose, nature de sol, humidité du sol) ainsi que l'état de corrosion de la conduite.

Apparemment, il n'existe aucune norme concernant la description des différents travaux d'entretien ou de réparation. C'est pourquoi, il est parfois impossible de

distinguer une réparation effectuée sur un tuyau ou sur un branchement ou de discerner la canalisation affectée, lorsque deux conduites existent sur une même rue, le diamètre n'étant pas toujours indiqué.

En résumé, les fiches et les formulaires associés aux défaillances et aux observations des dysfonctionnements fournissent les renseignements suivants :

- La rue et le secteur où a eu lieu la défaillance (et éventuellement le numéro de rue ou l'emplacement de la défaillance).
- La date et l'heure de la défaillance.
- Le diamètre.
- Le type de réparation.
- Le temps d'intervention et le personnel.
- Les outils, pièces et matériaux utilisés, la cause de la défaillance.
- Le coût de la réparation ou du remplacement.

VIII.4 Sécurité de l'Alimentation en Eau Potable

Assurer la continuité et la fiabilité de la distribution d'eau potable aux populations, c'est la préoccupation que relèvent au quotidien les distributeurs d'eau. Les réseaux modernes sont en général redondants, souvent interconnectés et permettent de limiter la portée des incendies, si bien que les défaillances passent généralement inaperçues pour le consommateur.

Mais lorsque survient l'accident grave, c'est toute la population qui est directement menacée.

La vulnérabilité (ou sensibilité) d'un réseau d'alimentation en eau potable est fonction de ses composantes.

VIII.5 Mesures de Protection et de Sécurisation

VIII.5.1 Disposition de Protection Physique

- Des fermetures de sécurité et des alarmes anti-intrusion doivent équiper tous les accès aux surfaces libres d'eau potable (réservoirs).
- Les branchements de distribution doivent être équipés de clapets anti-retour (normalement et obligatoirement pour les branchements industriels), afin d'éviter tout retour d'eau contaminée dans le réseau.

VIII.5.2 Solutions de Secours

Un réseau de secours, distinct du réseau principal, peut permettre d'assurer l'alimentation de certains usagers prioritaires tels que les hôpitaux. C'est un réseau

alimenté gravitairement par des sources, il dessert les hôpitaux et les abris, et des bornes fontaines pouvant être équipées de robinets (1 robinet pour 1000 habitants). Les dispositifs ou les solutions de secours ne doivent pas être établis pendant la crise, ils doivent exister effectivement en réserve et pouvoir être activés rapidement.

VIII.6 Les Charges Liées à l'Exploitation des Equipements Hydrauliques

L'eau distribuée aux points d'eau des ouvrages hydrauliques est payante. Le prix de vente de l'eau n'est pas fixé de façon arbitraire, mais calculé sur des bases très précises, pour couvrir les charges liées à l'exploitation des ouvrages :

VIII.6.1 Les Charges de Fonctionnement

Ces charges regroupent les frais suivants :

- De personnel (salaires et formation).
- De consommables (produits dont l'usage revient fréquemment).
- De fournitures (cahiers, imprimés et reçus pour les factures, stylos, etc.).

VIII.6.2 Les Charges de Suivi Technique et Financier

Pour les systèmes d'AEP, pour lesquels le suivi technique et financier est obligatoire, il s'agit d'une redevance prélevée sur les m^3 d'eau produite. Elle est payée par l'exploitant qui l'inclut dans le prix de l'eau.

VIII.6.3 Les Charges de Renouvellement des Equipements

Les équipements ont une durée de vie limitée. Au bout de quelques années, ils doivent être remplacés. Afin de pouvoir réunir les fonds nécessaires pour ces dépenses importantes mais rares, des provisions pour renouvellement sont constituées sur les recettes de la vente de l'eau. Le prix de l'eau est calculé de façon à ce qu'il reste chaque mois une certaine provision après avoir payé toutes les autres charges. Cette provision est placée sur un compte en banque et y reste bloquée.

Constituée petit à petit, cette provision pour renouvellement est calculée pour atteindre le montant du prix de l'élément à remplacer (groupe électrogène, pompe,...) au bout du nombre d'années de sa durée de vie. On a ainsi toutes les chances que le jour où il faut remplacer l'élément, l'argent soit disponible à la banque.

Par exemple, pour une pompe électrique dont la durée de vie est estimée à 7 années, on placera chaque année sur un compte bancaire un septième du prix d'achat d'une pompe neuve. Au bout des 7 années, on a ainsi un montant équivalent au prix de la pompe et on est prêt à la remplacer dès qu'elle sera hors d'usage (ce qui a de fortes chances d'arriver au bout de 7 ans).

Tableau VIII.01 : Durée de Vie de Quelques Equipements Hydrauliques

Equipements	Durée de Vie	Equipements	Durée de Vie
Puits	30 ans	Equipements de Traitement au Chlore	07 ans
Réservoir en Béton Armé	50 ans	Borne-fontaine	15 ans
Réservoir en Acier	25 ans	Panneau Solaire	20 ans
Pompe à Motricité Humaine	05 ans	Groupe Electrogène	10.000 heures
Pompe Electrique	07 ans		

Pour tout équipement dont la durée de vie est inférieure à 20 ans, le renouvellement doit être financé localement, sur les recettes de la vente de l'eau. Le prix de l'eau doit être calculé de façon à pouvoir constituer cette provision.

Pour tout équipement dont la durée de vie est supérieure à 20 ans (puits, château d'eau, tuyaux, forages, panneaux solaires...), c'est l'état qui a la charge d'assurer leur renouvellement le moment venu, selon les modalités de partage des coûts d'investissement.

Conclusion

La maîtrise de la gestion des réseaux d'eau potable est parmi les tâches les plus difficiles, surtout dans le cas de manque des moyens nécessaires pour une intervention efficace. C'est le cas de l'entreprise publique Algérienne des eaux ADE en Algérie, qui a souffert de ce problème, avant que l'état lui spécifie un budget spécial d'envergure, mais, malgré les efforts fournis dans la partie financière de cette entreprise de gestion, le problème persiste encore, donc il faut revoir sa politique de gestion technique, car les compétences existent et ne s'attendent qu'à leurs données la chance de se montrer.

Conclusion Générale

Pour mener à bien notre travail et bien diagnostiquer le système d'alimentation en eau potable de la ville de THENIA, il a été nécessaire de bien comprendre l'architecture du système de distribution, ainsi que la vérification de la capacité de la ressource et de stockage.

Cependant, l'étude menée sur le réseau de distribution de la ville de THENIA, nous a permis de faire les constatations suivantes :

- ✓ Présence d'une dépression dans quelques parties de réseau, due au mal dimensionnement des conduites.
- ✓ La capacité de la ressource et la capacité de stockage sont suffisantes pour satisfaire les besoins actuels et futures.

Pour remédier aux problèmes rencontrés, nous avons proposé des solutions à mettre en place d'une manière urgente afin de répondre à la demande des abonnés et assurer une meilleure desserte en eau de point de vue qualitatif et quantitatif.

Les solutions proposées consistent à effectuer des changements sur les diamètres de quelques tronçons qu'on a nommé.

La modulation de réseau avec le logiciel WaterCAD, pour différents horizons, nous a permis de constater que les solutions proposées à l'état actuel, ne peuvent satisfaire les besoins de l'agglomération que jusqu'à un horizon avoisinant.

En se basant sur les critères de vieillissement du réseau existant ainsi que leur mal dimensionnement, nous avons prévu un nouveau réseau de distribution en optant pour un autre matériau (PEHD). Ce réseau peut répondre aux besoins de la population au moins jusqu'à l'horizon 2035 avec un fonctionnement beaucoup plus fiable.

Bibliographie

- [1] **A.LENCASTRE** : « Hydraulique Générale », Tome II Eyrolled, Paris1982.
- [2] **B.SALAH** : « Cours d'Alimentation en Eau Potable », ENSH 1993.
- [3] **D. MRAD** : « Concept des Problématiques dans la Conception des Réseaux d'Alimentation en Eau ». G.I.G.R (2009).
- [4] **DUPONT.A** : « Hydraulique Urbaine (Tome 2) », Edition Eyrolles (1979).
- [5] **Entreprise Tubex (BLIDA)** : Guide d'Utilisation des Canalisations en PEHD.
- [6] **F. VALIRON** : « Gestion des Eaux, Alimentation en Eau, Assainissement », Cours de l'Ecole Nationale des Ponts et des Chaussés (1988).
- [7] **I.D.F.P SAUR** « Pose des Canalisations» (2006).
- [8] **M. CARLIER** « Hydraulique Générale et Appliquée », Edition Eyrolles, Paris 1972.
- [9] **SITE WEB**: « www.Bently.com»; « www.scribd.com»; «www.pdfdatabase.com».