

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 et extension du réseau d'AEP de la ville de Kerma-centre
(w. Boumerdes) ..**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0015-21

APA Citation (توثيق APA):

**Bedjaoui, Abdelmoumene (2021). Etude et extension du réseau d'AEP de la ville de
Kerma-centre (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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مبداعات، مقالات، الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**ETUDE ET EXTENSION DU RESEAU D'AEP DE LA
VILLE DE KERMA-CENTRE (W.BOUMERDES)**

Présenté par :

BEDJAOUI ABDELMOUMENE

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
Mme BELLABAS CHARIFI Salima	M.C.B	Examinatrice
Mr NACER Tarek	M.C.B	Examineur
Mr YAHIAOUI Samir	M.A.A	Promoteur

Session Novembre 2021

Remerciement

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciement à dieu le tout puissant pour la volonté, la sante et la patience qu'il m'a donnée durant toutes ces années d'études et qui m'ont permis d'en arriver là. Tout d'abord je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciement à mon promoteur Mr SAMIR YAHIAOUI pour le soutien, sa disponibilité, ses précieuses orientations, ses riches documentations qu'il m'a dispensé pour l'élaboration de cette présente thèse.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leurs soutiens pour l'élaboration de ce mémoire en particulièrement :

- Mes parents et ma petite famille pour leurs soutiens moraux et financiers.
- Le président et les membres de jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.
- Mes amis pour le soutien moral et leurs conseils judicieux tout le long de mes années d'études.
- L'ensemble des enseignants et la direction de l'école pour avoir veillé à notre formation.

Enfin je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie mon mémoire de fin d'étude à ma famille et particulièrement à mes parents qui m'ont inculqué les vertus du travail et de la droiture dans le devoir comme dans la vie courante,

A mes très chers frères

A tous mes amis

Et   mon amis BENZINA REYAD (  تمنيت و كثرية دراسية في اعمال شاركني للري العليا للري شاركني في اعمال دراسية كثيرة و تمنيت)
ان يشاركني في هذا العمل لكن ابى الموت الا ان يأخذه منا رحمه الله و تغمد روحه)

ملخص

مدينة الكرمة تعاني من نقص المياه و عدم الانتظام في توزيعه ، لذلك تهدف الدراسة التي قمنا بها إلى استخراج مختلف المشاكل التي تعاني منها شبكة التوزيع عن طريق التشخيص الفيزيائي و التقني ، و انطلاقا من تقدير الحاجيات على مدى يقدر بثلاثين سنة قمنا إضافة إلى ذلك بفحص قدرة التخزين الحالية و وضع شبكة جديدة تتوافق مع متطلبات السكان و الحاجة إلى إضافة خزان جديد إن تطلب الأمر و أخيرا قمنا بحساب حجوم الأعمال اللازمة و التقييم المالي للمشروع

Résumé

La ville d'EL KERMA souffre d'un manque d'eau et d'irrégularité dans leur distribution pour cela l'objectif de notre étude est d'identifier les différents problèmes présents dans le réseau de distribution par le biais d'un diagnostic physique et hydraulique et à partir de l'estimation des besoins pour trente ans on a projeté un nouveau réseau qui répond aux besoins de l'agglomération jusqu'à l'horizon de calcul , on a aussi vérifier la capacité de stockage de l'agglomération et la nécessité de la projection d'un nouveau ouvrage de stockage , finalement on a calculé le quantité de travaille et on a finalisé notre étude par un devis quantitatif et estimatif du projet.

Abstract

The city of EL KERMA suffers from a lack of water and irregularity in their distribution for this the objective of our study is to identify the different problems present in the distribution network through a physical diagnosis and hydraulic and from the estimate of the needs for thirty years, a new network was projected that meets the needs of the agglomeration up to the calculation horizon, we also check the storage capacity of the agglomeration and the need for the projection of a new storage structure, finally we calculated the amount of work and we finalized our study with a quantitative estimation of the project.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	
I.1 Introduction.....	2
I.2 Situation géographique.....	2
I.3 Situation topographique.....	3
I.4 caractéristique climatologique de la région	3
I.4.1 les températures.....	4
I.4.2 ensoleillement.....	4
I.4.3 le vent.....	4
I.4.4 évaporation.....	5
I.5 évolution démographique.....	5
I.6 les différentes catégories de consommateurs.....	6
I.6.1 besoin domestique.....	6
I.7 situation hydraulique de réseau.....	7
I.7.1 type de réseau de distribution.....	7
I.7.2 ressource en eau d'elkerma.....	7
I.7.3 ouvrage de stockage.....	7
I.8 conclusion.....	9

CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOIN EN EAU

II.1 Introduction.....	10
II.2 Estimation des besoins de différentes catégories de consommateur.....	10
II.3 Récapitulatif des débits moyens journaliers.....	13
II.4 variation de la consommation.....	13

II.5 Etude de la variation des débits journaliers	13
II.6 Etude de la variation de la consommation horaire.....	15
II.6.1.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2021 (Zone I).....	15
II.6.1.2 Détermination du débit de pointe plus incendie.....	16
II.6.2.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2021 (Zone II-III-IV).....	17
II.6.2.2 Détermination du débit de pointe plus incendie.....	18
II.6.3.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2051 (Zone I).....	20
II.6.3.2 Détermination du débit de pointe plus incendie.....	21
II.6.4.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2051 (Zone II-III-IV).....	22
II.6.4.2 Détermination du débit de pointe plus incendie.....	23
II.7 Conclusion.....	24

CHAPITRE III DIAGNOSTIC PHYSIQUE ET HYDRAULIQUE DE RESAU D’AEP

III.1 Introduction.....	25
III.2 Définition d’un réseau de distribution d’eau potable.....	25
III.3 Types des réseaux.....	25
III.3.1 Réseau de distribution ramifié.....	25
III.3.2 Réseau de distribution maillé.....	26
III.3.3 Réseau de distribution étagé.....	26
III.4 Diagnostic physique du réseau de distribution el kerma.....	26
III.4.1 Type de conduite du réseau.....	26
III.4.2 Description du réservoir.....	27
III.4.2.1 Donnée générale.....	27
III.4.2.2 Etat du réservoir et la chambre des vannes.....	27
III.4.2.3 Etat des équipements du réservoir.....	28

III.5 Diagnostic physique du réseau de distribution (Zone I).....	29
III.6 Diagnostic physique du réseau de distribution (Zone II-III-IV).....	30
III.7 Diagnostic hydraulique.....	32
III.7.1 type de système de distribution existant.....	32
III.7.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution existant.....	32
III.8 Modélisation hydraulique du réseau de distribution existant.....	40
III.8.1 Résultats de la simulation.....	40
III.9 Interprétation des résultats.....	54
III.10 Conclusion.....	55

CHAPITRE IV ETUDE DE STOCKAGE

IV.1 Introduction.....	56
IV.2 Les rôles des réservoirs.....	56
IV.3 Emplacements des réservoirs.....	56
IV.4 Classification des réservoirs.....	57
IV.5 Equipement des réservoirs d'alimentation.....	57
IV.6 Entretien des réservoirs.....	59
IV.7 Recommandations diverses.....	60
IV.8 Vérification du stockage.....	60
IV.8.1 Calcul de la capacité de stockage du réservoir.....	60
IV.9 Conclusion.....	64

CHAPITRE V RESEAU PROJETER

V.1 Introduction.....	65
V.2 Choix type de réseau.....	65
V.3 Principe de tracé de réseau.....	65

V.4 Choix de matériaux des conduites.....	65
V.5 Calcul hydraulique de réseau de distribution.....	66
V.6 Détermination des diamètres et des vitesses.....	70
V.7 Résultat de simulation (Zone I).....	71
V.7.1 Cas de pointe (Zone I).....	71
V.7.2 Cas de pointe plus incendie (Zone I).....	74
V.8 Résultat de simulation (Zone II-III-IV).....	80
V.8.1 Cas de pointe (Zone II-III-IV).....	80
V.8.2 Cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	83
V.9 Interprétation.....	86
V.10 Conclusion.....	87

CHAPITRE VI POSE DE CANALISATION ET ORGANISATION DE CHANTIER

VI.1 Introduction.....	88
VI.2 Travaux de pose de canalisation	88
VI.2.1 Exécution des tranchées.....	89
VI.2.2 Pose du lit de sable.....	89
VI.2.3 Pose des conduites.....	89
VI.2.4 Les pièces spéciales.....	90
VI.2.4.1 Les cônes.....	90
VI.2.4.2 Les croix de jonction.....	90
VI.2.4.3 Les croix de jonction d'incendie.....	90
VI.2.4.4 Les manchons.....	90
VI.2.4.5 Les coude.....	90
VI.2.4.6 Les tés.....	90

VI.2.5 Les accessoires.....	90
VI.3 Calcul des quantités des travaux de pose de canalisation.....	91
VI.3.1 Volume de la couche végétale ou le goudron.....	91
VI.3.2 Volume du déblai.....	93
VI.3.3 volume du lit de sable.....	94
VI.3.4 Volume de remblai.....	95
VI.3.5 Récapitulation des résultats.....	96
VI.4 Choix des engins d'exécution.....	96
VI.4.1 Pelle hydraulique.....	96
VI.4.1.1 La capacité du godet par notre pelle.....	97
VI.4.2 Le bulldozer.....	97
VI.4.2.1 Le choix de bulldozer.....	97
VI.5 Devis estimatifs et quantitatifs du projet.....	97
VI.6 Calcul du délai de réalisation du projet.....	98
VI.6.1 planification des travaux.....	99
VI.7 Conclusion.....	100
Conclusion générale.....	101
Références bibliographiques.....	102
Annexe.....	103

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 station climatologique DELLYS.....	3
Tableau I.2 Températures moyennes mensuelles (Zone I).....	4
Tableau I.3 Durées (en heures) moyens mensuelles d'ensoleillement / jour période 1994-2010.....	4
Tableau I.4 Vitesse du vent mensuelle m/s	5
Tableau I.5 L'évaporation mensuelle.....	5
Tableau I.6 L'évolution de la population.....	6
Tableau I.7 Evolution de la consommation en eau potable pour l'horizon 2051.....	6
Tableau I.8 Ouvrage des stockages existants de la ville d'el kerma centre.....	7
Tableau II.1 Besoin en eau domestique.....	10
Tableau II.2 Les besoins public actuels (Zone I).....	11
Tableau II.3 Les besoins public actuels (Zone II-III-IV).....	11
Tableau II.4 La consommation moyen journalière industrielle (Zone II-III-IV).....	12
Tableau II.5 Récapitulatif des consommations moyennes journalières (Zone I).....	13
Tableau II.6 Récapitulatif des consommations moyennes journalières (Zone II-III-IV).....	13
Tableau II.7 La variation de la consommation journalière pour les deux horizons (Zone I)..	14
Tableau II.8 La variation de la consommation journalière pour les deux horizons (Zone II-III-IV).....	15
Tableau II.9 Variation des débits horaires horizon 2021 (Zone I).....	15
Tableau II.10 Débit de pointe plus incendie à l'horizon 2021(Zone I).....	16
Tableau II.11 Variation des débits horaires à l'horizon 2021(Zone II-III-IV).....	17
Tableau II.12 Débit de pointe plus incendie à l'horizon 2021(Zone II-III-IV).....	18
Tableau II.13 Variation des débits horaires à l'horizon 2051(Zone I).....	19
Tableau II.14 Débit de pointe plus incendie à l'horizon 2051(Zone I).....	20

Tableau II.15 Variation des débits horaires à l'horizon 2051 (Zone II-III-IV).....	21
Tableau II.16 Débit de pointe plus incendie à l'horizon 2051 (Zone II-III-IV).....	22
Tableau III.1 Répartition des conduites de distribution par matériaux (Zone I).....	26
Tableau III.2 Répartition des conduites de distribution par matériaux (Zone II-III-IV).....	27
Tableau III.3 Données générales sur le réservoir el kerma base.....	27
Tableau III.4 Données générales sur le réservoir el kerma haute.....	27
Tableau III.5 Etat de réservoir.....	27
Tableau III.6 Etat de la chambre des vannes.....	28
Tableau III.7 Etat des équipements du réservoir.....	28
Tableau III.8 Les caractéristiques des tronçons du réseau existant (Zone I).....	29
Tableau III.9 Les caractéristiques des tronçons du réseau existant (Zone II-III-IV).....	30
Tableau III.10 Calcul des débits nodaux en cas de pointe (Zone I).....	34
Tableau III.11 Calcul des débits nodaux en cas de pointe (Zone II-III-IV).....	36
Tableau III.12 Calcul des débits nodaux en cas de pointe plus incendie (Zone I).....	39
Tableau III.13 Calcul des débits nodaux en cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	39
Tableau III.14 Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (Zone I).....	40
Tableau III.15 Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (Zone II-III-IV).....	42
Tableau III.16 Charge et pression dans le réseau existant en cas de pointe (Zone I).....	43
Tableau III.17 Charge et pression dans le réseau existant en cas de pointe (Zone II-III-IV).....	44
Tableau III.18 Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe plus incendie (Zone I).....	47

Tableau III.19 Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	48
Tableau III.20 Charge et pression dans le réseau existant en cas de pointe plus incendie (Zone I).....	50
Tableau III.21 Charge et pression dans le réseau existant encas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	51
Tableau IV.1 Calcul de la capacité du réservoir pour (Zone I).....	62
Tableau IV.2 Calcul de la capacité du réservoir pour (Zone II-III-IV).....	63
Tableau V.1 Calcul des débits nodaux en cas de pointe pour (Zone I).....	67
Tableau V.2 Calcul des débits nodaux en cas de pointe plus incendie pour (Zone I).....	70
Tableau V.3 Diamètre utilisé des tubes en PEHD.....	70
Tableau V.4 Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeter en cas de pointe (Zone I)...	71
Tableau V.5 Charges et pressions dans le réseau projeter ca de pointe (Zone I).....	72
Tableau V.6 Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeter en cas de pointe plus incendie (Zone I).....	74
Tableau V.7 Charges et pressions dans le réseau projeter ca de pointe plus incendie (Zone I).....	75
Tableau V.8 Calcul des débits nodaux en cas de pointe pour (Zone II-III-IV).....	77
Tableau V.9 Calcul des débits nodaux en cas de pointe plus incendie pour (Zone II-III-IV).....	79
Tableau V.10 Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeter en cas de pointe (Zone II-III-IV).....	80
Tableau V.11 Charges et pressions dans le réseau projeter ca de pointe (Zone II-III-IV).....	81
Tableau V.12 Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeter en cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	83

Tableau V.13 Charges et pressions dans le réseau projeter ca de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	84
Tableau V.14 Etat de réducteur.....	86
Tableau VI.1 Volume de la couche végétale ou goudron à décaper (Zone I).....	92
Tableau VI.2 Volume de la couche végétale ou goudron à décaper (Zone II-III-IV).....	92
Tableau VI.3 Volume du déblai (Zone I).....	93
Tableau VI.4 Volume du déblai (Zone II-III-IV).....	93
Tableau VI.5 Volume du lit de sable (Zone I).....	94
Tableau VI.6 Volume du lit de sable (Zone II-III-IV).....	94
Tableau VI.7 Volume du remblai (Zone I).....	95
Tableau VI.8 Volume du remblai (Zone II-III-IV).....	95
Tableau VI.9 Récapitulation de quantité de travaux de terrassement dans les deux zones....	96
Tableau VI.10 Capacité du godet en fonction du volume du terrassement.....	96
Tableau VI.11 Choix de bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	97
Tableau VI.12 Devis quantitatif estimatif.....	97
Tableau VI.13 Taches qui précèdent et succèdent chaque opération.....	99
Tableau VI.14 Détermination du délai de réalisation.....	99

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 Image de la zone d'étude (el-kerma centre).....	2
Figure I.2 Levé topographique de la zone d'étude (el-kerma centre).....	3
Figure I.3 Image Découpage de la ville d'el kerma centre en deux localités.....	8
Figure II.1 Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2021 (Zone I).....	17
Figure II.2 la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2021 (Zone I)....	17
Figure II.3 Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV).....	19
Figure II.4 la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV).....	19
Figure II.5 Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2051 (Zone I).....	21
Figure II.6 la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2051(Zone I).....	21
Figure II.7 Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2051 (Zone II-III-IV).....	23
Figure II.8 la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2051 (Zone II-III-IV).....	23
Figure III.1 Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe (Zone I).....	46
Figure III.2 Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe (Zone II-III-IV).....	46
Figure III.3 Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe plus incendie (Zone I).....	53
Figure III.4 Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV).....	53

Figure IV.1 équipements du réservoir.....	59
Figure IV.2 Graphe de consommation en fonction de l'apport.....	61
Figure V.1 Pressions et vitesses dans le réseau projeter en cas de pointe (Zone I).....	73
Figure V.2 Pressions et vitesses dans le réseau projeter en cas de pointe plus incendie (Zone I).....	76
Figure V.3 Pressions et vitesses dans le réseau projeter en cas de pointe (Zone II-III-IV)....	82
Figure V.4 Pressions et vitesses dans le réseau projeter en cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV-III-IV).....	85
Figure VI.1 Coupe transversale d'une tranchée.....	89

LISTE DES PLANCHES Planche

Planche N° 1. Réseau d'AEP existant de la commune d'EL KERMA-Centre

Planche N° 2. Réseau d'AEP projeté de la commune d'EL KERMA-Centre

Planche N° 3. Profile en long pour les deux zones d'EL KERMA-Centre

Planche N° 4. Les accessoires dans un réseau d'alimentation eau potable

Introduction générale

Introduction générale

Actuellement l'eau est considérée comme un paramètre de classification des pays et le degré de confort des peuples, mais aussi elle est considérée comme une apparence d'indépendance des pays.

Le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau ; Cette eau doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilités et à une pression et en quantités suffisantes.

Dans ce mémoire, on va étudier la capacité du réseau existant à répondre aux besoins de la population et suivant le résultat on va recommander des solutions pour combler les problèmes présents.

Le réseau d'AEP est constitué des matériaux qui vieillissent donc il nécessite de le renouveler quand il atteint un seuil de vétusté limite ; Cette limite dépend de nombreux paramètres techniques, économiques, environnementaux, de gestion, ...etc. Plusieurs régions de l'Algérie souffrent d'une insuffisance dans l'approvisionnement en eau potable ou de la dégradation de ses anciens réseaux, dont la ville d'ELKERMA.

On va commencer par une présentation de notre zone d'étude, ensuite une évaluation des besoins en alimentation en eau potable actuels, et à l'horizon de 2051 de notre agglomération. Après on établit une étude de diagnostic du réseau existant, ainsi que les ouvrages de stockage afin de pouvoir dimensionner le nouveau réseau, ainsi que les réservoirs à construire si nécessaire, et on finit par l'élaboration d'un plan d'organisation de chantier et un devis estimatif et quantitatif pour définir le coût global, et le délai de réalisation du projet.

Chapitre I :

Présentation de la zone d'étude

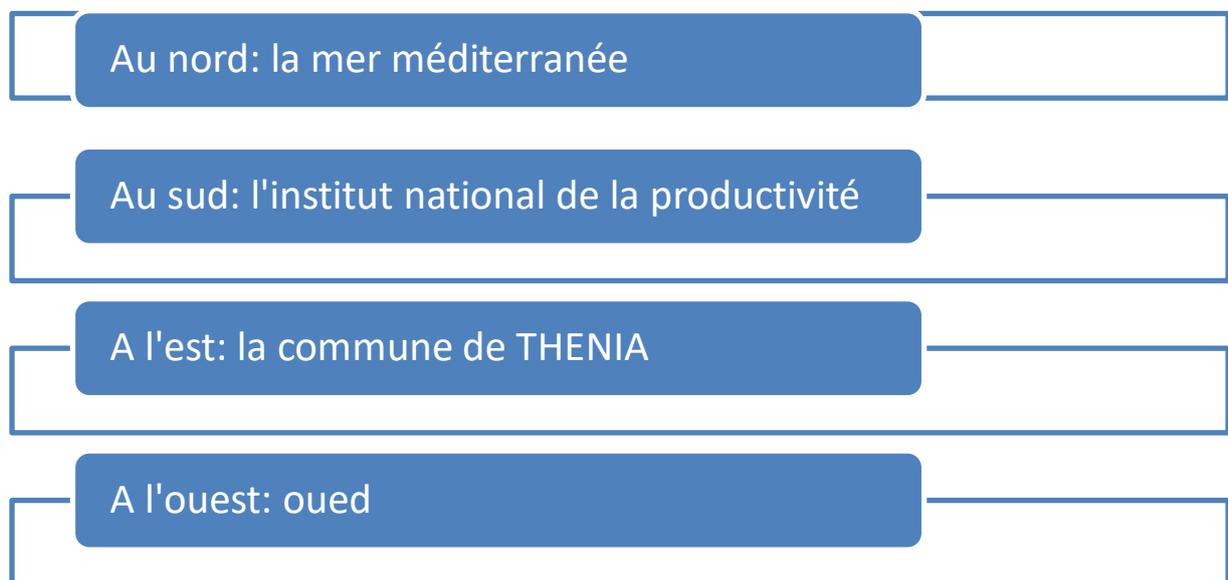
I.1 Introduction

Le but de ce chapitre est de la présenter les différentes données nécessaires développement d'un projet d'AEP pour la région mentionnée. Ces données que nous devons collecter concernent les caractéristiques de la structure d'agglomération dont le plan de masse, Celles de la population ainsi que l'état hydraulique du système et de la source d'eau existants.

I.2 Situation géographique

La zone d'étude est située au niveau de l'agglomération secondaire el karma centre

La zone d'étude est délimitée comme suite :



Source : Google Earth

Figure I.1 : Image de la situation de la zone d'étude (EL-Kerma centre)

I.3 situation topographique

Un levé topographique détaillé de la zone d'étude (a été réalisé à l'aide d'un appareil topographique numérique ST-750 LIR (Total station)). En plus de la description grossière de l'aire d'étude en matière de voirie, pistes, arbres, habitations, réseau existant, conduite d'adduction, rejet existant, regards, oueds, poteaux électriques, oued CHAABA,, etc . ce levé nous donne avec précision les côtes du terrain susceptible de recevoir le réseau d'AEP projeté.

En effet, une superficie de 90 Ha a été levée sur toute la zone d'étude (el karma centre).



Source : DRE BOUMERDESS

Figure I.2 : levé topographique de la zone d'étude (EL KERMA Centre)

I.4 Caractéristiques Climatologiques de la région

Nous prenons en compte dans notre étude les données de la station climatologique de DELLYS qui est la plus représentative de la zone d'étude. La région est caractérisé par un climat chaud en été (souvent plus de 30°C) et humide en hiver. Juillet et août sont les mois les plus chauds.

Tableau I.1: station climatologique de DELLYS

Station	Coordonnées			Période d'observation
	X(Km)	Y(Km)	Altitude(m)	
DELLYS	608	401.9	05	1994-2010

Source: ANRH Alger

I.4.1 Les Températures

Les valeurs des températures, maximales, minimales et moyennes mensuelles, observées dans la station météorologique de DELLYS, courant la période 1996 à 2010, sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : températures moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	M.A
T max	26.79	24.7	20.4	17.44	16.29	16.86	17.85	19.47	22.03	25.21	27.41	29.38	21.96
T moy	22.82	20.8	16.7	13.91	12.6	12.82	14.34	15.68	18.27	21.95	24.62	25.3	18.31
T min	19.43	17.17	13.18	10.58	9.18	9.2	10.53	11.97	14.81	18.16	20.58	21.53	14.69

Source : ANRH Alger

Le gradient de température moyenne du mois le plus froid au mois le plus chaud varie, de 12.6° C à 25.3°C pour la région.

Les mois les plus chauds correspondent à juillet et août, la température moyenne est inférieure à 30°C. Les mois les plus froids sont enregistrés de décembre à février. Les moyennes du mois varient de 12.6 à 13.91 °C.

I.4.2 Ensoleillement

La durée en heures d'ensoleillement a été mesurée à la station de DELLYS, les moyennes mensuelles sont données par le tableau suivant :

Tableau I.3: Durées (en heures) moyennes mensuelles d'ensoleillement / jours période : 1994-2010

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	M.A
E(h/j)	8.27	7.36	5.83	4.69	5.55	6.42	6.98	7.36	8.97	10.15	10.51	8.94	7.58

Source : ANRH Alger

I.4.3 Le Vent

Les vitesses du vent sont relativement modérées elles varient de 2.58 à 3.95m/s.

Tableau I.4 : vitesse du vent mensuelle en m/s

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	M.A
V(m/s)	2.81	2.58	3.33	3.78	3.95	3.62	3.56	3.2	3.55	2.68	2.66	2.74	3.205

Source : ANRH Alger

I.4.4 Evaporation

L'évaporation est un paramètre important du bilan hydrologique, le tableau suivant montre la répartition mensuelle de l'évaporation dans la région.

Tableau I.5 : l'évaporation mensuelle

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	M.A
Evap (mm)	73.09	71.33	70.1	69.18	68.66	69.41	72	71.63	77.7	77.6	85.77	93.8	1006.2

Source : ANRH Alger

I.5 Évolution démographique

La formule la plus communément utilisée en Algérie pour l'estimation de la population est :

$$P = P_0 (1 + T/100)^n \dots \dots \dots (I.1)$$

Avec :

P : la population à l'horizon voulu.

P₀ : la population de base.

n : nombre d'années, de l'année de base à l'horizon voulu.

T : taux d'accroissement pris égal à 2.16.

Tableau I.6 :L'évolution de la population

Description		Population 2021	T	Population 2051
Zone I	El Kerma Center	2937	2.16	5576
	Cité 122 Log EPLF	793	2.16	1506
Zone II-III-IV	350 Log	1750	2.16	3322
	140 Log	700	2.16	1329
	120 Villa	1800	2.16	3417
	Habitation	350	2.16	664

Source : DRE BOUMERDESS

I.6 Les différentes catégories de consommateurs

I.6.1 Besoins domestiques

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement de développement sanitaire et les habitudes de la population. Pour les petite agglomérations la dotation varie de 80 à 100 l/j/hab et de 150 à 200 l/j/hab pour les grandes agglomérations [1].

Afin de tenir compte d'une éventuelle extension de la cité, nous prendrons une dotation de 150 l/j/hab pour le long terme.

Sont donnés dans Les résultats de calcul des besoins domestiques pour les différents horizons le tableau suivant :

Tableau I.7 : Évolution de la consommation en eau potable pour l'horizon 2051.

Description		Population 2051	Dotation (l/j/hab)	Consommation en (l/j)	Consommation en (m3/j)	Consommation en (l/s)
Zone I	El Kerma Center	5576	150	1062300	1062.3	12.30
	Cité 122 Log EPLF	1506				
Zone II-III-IV	350 Log	3322	150	1309800	1309.8	15.16
	140 Log	1329				
	120 Villa	3417				
	Habitation	664				

Source: DRE BOUMERDESS

I.7 Situation hydrique de réseau

I.7.1 Type du réseau de distribution

Le réseau de distribution existant couvre pratiquement la totalité de la ville de kerma, il est deux types (maille et ramifié), les diamètres des conduites varient entre 32 et 315 mm, elles sont en différents types de matière (acier, PVC, amiante ciment, PEHD),

I.7.2 Ressource en eau d'el kerma

La ville d'EL KERMA est alimentée principalement par une conduite de refoulement de station dessalement de cap déjante ce dernier stoker sur les réservoirs existant qui se trouve dans la partie supérieur de la ville el kerma.

I.7.3 Ouvrages de stockage

Les ouvrages de stockages existants dans la VILLE D'EL KERMA sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau I.8 : Ouvrages de stockages existants de la ville d'el kerma centre.

Ouvrage	Capacité existante (m3)	C.T.R	C.T.P
R300 m3 El kerma Basse	300	72.00	76.00
R500 m3 el kerma haute	500	195.00	199.00

Source : DRE BOUMERDESS

On peut envisager deux localités :

- Zone I : el kerma centre et 122 log
- Zone II-III-IV: 350 log+150 log+122 villa+ habitations

Ces deux localités sont alimentées actuellement à partir des deux réservoirs existants sur la zone d'étude :

- Zone I : alimentée par gravité à partir du réservoir existant el kerma basse de volume $V=300\text{ m}^3$ par une conduite principale de DN250/amiante ciment.
- Zone II-III-IV: est alimentée par gravité à partir de réservoir existant el kerma haute de volume $V=500\text{ m}^3$ par une conduite principale de DN315/PEHD.



Source : Google Earth

Figure I.3 : Image de Découpage de la ville d'el kerma centre en deux localités

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre on a illustré les différentes données nécessaires concernant notre région, de point de vue topographique climatique et hydraulique, ces données vont être prises en considération lors de l'élaboration de notre étude.

Chapitre II :
Estimation des
Besoins en eau

II.1 Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...).

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

II.2 Estimation des besoins des différentes catégories de consommateur

- **Les besoin moyens journaliers**

Tout dimensionnement d'un système d'AEP doit faire face à la détermination du débit moyen journalier qui donnée par la relation suivante [1], [9]:

$$Q \text{ moy/j} = \frac{D \times N}{1000} \dots\dots\dots \text{(II-1)}$$

Avec :

- Q moy/j : Débit moyen journalier (m³/j).
- N : nombre d'habitants (hab).
- D : Dotation (l/j/hab).

- **Les besoins domestiques**

Tableau II.1 : besoin en eau domestique :

Horizons	2021	2051
Population(hab) Zone I	3730	7082
Population(hab) Zone II-III-IV	4600	8732
Dotation(l/j/hab)	150	150
Besoin(m ³ /j) Zone I	559.5	1062.3
Besoin(m ³ /j) Zone II-III-IV	690	1309.8

Source: DRE BOUMERDESS

- Les besoins publics

Tableau II.2 : les besoins public actuels (Zone I)

Types	Désignation	Dotation (l/j/unité)	Nombre d'unité	Consommation Moyenne journalière (m³/j)
Les besoins Scolaires	Ecole primaire 1	20	170 élèves	3.4
	Total (m³/j)	3.4		
Les besoins Socioculturels	Mosquée 1	15	300 fidèles	4.5
	Complexe	15	150 personnes	2.25
	Total (m³/j)	6.75		
Les besoins Administratifs	Protection civil	30	50	1.5
	Total (m³/j)	1.5		
Total (m³/j)		11.65		
Total (l/s)		0.13		

Source: Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Tableau II.3 : les besoins publics actuels (Zone II-III-IV)

Types	Désignation	Dotation (l/j/unité)	Nombre d'unité	Consommation Moyenne journalière (m³/j)
Les besoins Scolaires	Ecole primaire 2	20	220 élèves	4.4
	C.E.M	20	240 élèves	4.8
	Lycée	20	200 élèves	4
	Total (m³/j)	13.2		
Les besoins Socioculturels	Mosquée 2	15	400 fidèles	6
	Maison de jeunes	15	55 personnes	0.825
	Total (m³/j)	6.825		
Les besoins Administratifs	INFSP kerma	10	100 employés	1
	Brigade Gendarmerie	15	50 employés	0.75
	Total (m³/j)	1.75		
Total (m³/j)		21.775		
Total (l/s)		0.25		

Source: Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

- **Les besoins industriels actuels**

Tableau II.4 : la consommation moyen journalière industrielle (Zone II-III-IV)

Désignation	Débit moyen journalier (m ³ /j)
Cosider sablière	8
Total (m ³ /j)	8
Total (l/s)	0.09

Source: DRE BOUMERDESS

- **Le débit d'incendie :** on estime un débit de 17 l/s pour l'incendie
- **Les fuites et gaspillage**

Les fuites mènent un gaspillage important des eaux destinées à satisfaire aux besoins de la population elles peuvent être estimées comme suit :

- Pour un réseau bien entretenu, les pertes aboutissent au 20% de la consommation moyenne journalière.
- Pour un réseau de distribution moyennement entretenu, les pertes sont comprises entre 25% et 35% de la consommation moyenne journalière.
- Pour un réseau de distribution mal entretenu, les pertes aboutissent ou dépassent les 50% de la consommation moyenne journalière.

Remarque

Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre de 30% pour l'horizon actuel étant donné que notre réseau rencontre quelque problèmes du fait qu'il soit majoritairement en amiante ciment par contre pour notre horizon future et en exigeant un bon entretien et une bonne gestion de notre réseau, les fuites représenteront 20% du Q_{moyj} .

(Zone I)

$$Q_{fuites2021} = 559.5 \times 20\% = 111.9 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{fuites2051} = 1062.3 \times 30\% = 318.69 \text{ m}^3/\text{j}$$

(Zone II-III-IV)

$$Q_{fuites2021} = 690 \times 20\% = 138 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{fuites2051} = 1309.8 \times 30\% = 392.94 \text{ m}^3/\text{j}$$

II.3 Récapitulatif des débits moyens journaliers

Tableau II.5 : Récapitulatif des consommations moyennes journalières (Zone I) :

Type de Consommation	Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2021	Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2051
Domestique	559.5	1062.3
Public	11.65	11.65
Industriel	0	0
Total	571.15	1073.95
Fuites et gaspillage	111.19	318.69
Total	739	1286.41

Tableau II.6 : Récapitulatif des consommations moyennes journalières (Zone II-III-IV) :

Type de Consommation	Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2021	Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2051
Domestique	690	1309.8
Public	21.775	21.775
Industriel	8	8
Total	719.775	1339.575
Fuites et gaspillage	138	392.94
Total	926.775	1601.535

II.4 Variation de la consommation

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi lesquelles nous avons :

- Les variations annuelles et à long terme.
- Les variations mensuelles qui sont lié au niveau de vie de l'agglomération.
- Les variations hebdomadaires qui dépendant de l'importance de l'agglomération.
- Les variations horaires qui dépendant du régime de consommation de l'agglomération pendant la journée [2],[9].

II.5 Etude de la variation des débits journaliers

Dans tout avant-projet, il est nécessaire de connaitre le régime de la consommation de l'agglomération qui nous aidera au dimensionnement.

Pour projeté un régime de travail d'un système d'alimentation en eau, il faut adopter le graphique de consommation probable. Au cours de l'année, il existe une journée ou la consommation est maximale ; de même il existe une journée ou la consommation est minimale. Par rapport à la consommation moyenne calculée, nous pouvons déterminer un rapport qui nous indique de combien de fois la consommation maximale est supérieure à la consommation moyenne. Ce rapport est désigné par le terme de coefficient d'irrégularité journalière maximum **K max j**.

De même, il existe un coefficient qui nous indique de combien de fois la consommation est inférieure par rapport à la consommation moyenne : ce rapport est appelé coefficient minimum d'irrégularité journalière **K min j** [2].

Ainsi, nous pouvons écrire :

$$Q_{\max j} = Q_{\text{moy } j} \times K_{\max j} \text{ (m}^3\text{/j)} \dots\dots\dots \text{(II-2)}$$

$$Q_{\min j} = Q_{\text{moy } j} \times K_{\min j} \text{ (m}^3\text{/j)} \dots\dots\dots \text{(II-3)}$$

Avec :

Q_{moy j} : débit moyen journalier (m³/j)

Q_{max j} : débit maximum journalier (m³/j)

Q_{min j} : débit minimum journalier (m³/j)

K_{max j} : varie entre 1.1 à 1.3

Dans notre cas nous prenons **K_{max j} = 1.3**

K_{min j} : varie entre 0.7 à 0.9

Dans notre cas nous prenons **K_{min j} = 0.8**

Tableau II.7 : La variation de la consommation journalière pour les deux horizons

Pour (Zone I) :

Type de Consommation	Q _{moyj} (m ³ /j) 2021	Q _{moyj} (m ³ /j) 2051	K _{maxj}	Q _{max j} (m ³ /j) 2021	Q _{max j} (m ³ /j) 2051	K _{min j}	Q _{min j} (m ³ /j) 2021	Q _{min j} (m ³ /j) 2051
Domestique	559.5	1062.3	1.3	727.35	1380.99	0.8	447.6	849.84
Public	11.65	11.65	1.3	15.145	15.145	0.8	9.32	9.32

Industriel	0	0	1.3	0	0	0.8	0	0
Fuite et gaspillage	111.19	318.6	1.3	218.205	276.198	0.8	134.28	169.97
Total	739	1286.41	1.3	960.7	1672.33	0.8	591.2	1029.13

Tableau II.8 : La variation de la consommation journalière pour les deux horizons

Pour (Zone II-III-IV) :

Type de Consommation	Qmoyj (m³/j) 2021	Qmoyj (m³/j) 2051	Kmaxj	Q max j (m³/j) 2021	Q max j (m³/j) 2051	K min j	Q min j (m³/j) 2021	Q min j (m³/j) 2051
Domestique	690	1309.8	1.3	897	1702.74	0.8	552	1047.84
Public	21.775	21.775	1.3	28.31	28.31	0.8	17.42	17.42
Industriel	8	8	1.3	10.4	10.4	0.8	6.4	6.4
Fuite et gaspillage	138	392.94	1.3	269.1	340.55	0.8	165.6	209.57
Total	926.775	1601.535	1.3	1204.81	2082	0.8	741.42	1281.23

II.6 Etude de la variation de la consommation horaire

L'étude de la variation de la consommation horaire a pour but la détermination du débit de pointe et cela par l'établissement de la répartition horaire du débit maximum journalier.

En basant sur les tableaux ci-dessous, la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit maximal journalier (voir annexe).

Avec :

$$C h = \frac{Qh}{Qmax.j} \dots \dots \dots \text{(II-4)}$$

II.6.1.1 Détermination du débit de pointe pour l'horizon 2021 (Zone I)

Tableau II.9 : Variation des débits horaires pour l'horizon 2021 (Zone I)

(P<10000 habitants)

Heure	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C%	Qh (m ³ /h)	C%	Qh (m ³ /h)
0—1	1.00	9.607	1.00	9.607
1—2	1.00	9.607	2.00	19.214
2—3	1.00	9.607	3.00	28.821
3—4	1.00	9.607	4.00	38.428
4—5	2.00	19.214	6.00	57.642
5—6	3.00	28.821	9.00	86.463
6—7	5.00	48.035	14.00	134.498
7—8	6.50	62.445	20.50	196.943
8—9	6.50	62.445	27.00	259.389
9—10	5.50	52.838	32.50	312.227
10—11	4.50	43.231	37.00	355.459
11—12	5.50	52.838	42.50	408.297
12—13	7.00	67.249	49.50	475.546
13—14	6.50	62.445	56.00	537.992
14—15	5.50	52.838	61.50	590.830
15—16	4.50	43.231	66.00	634.062
16—17	5.00	48.035	71.00	682.097
17—18	6.50	62.445	77.50	744.542
18—19	6.50	62.445	84.00	806.988
19—20	5.00	48.035	89.00	855.023
20—21	4.50	43.231	93.50	898.254
21—22	3.00	28.821	96.50	927.075
22—23	2.50	24.017	99.00	951.093
23—24	1.00	9.607	100	960.7

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH,2014

Le débit maximal horaire à l'horizon2021 (Zone I):

Q max h = 67.249 (m³/h)

II.6.1.2 Détermination du débit de pointe plus incendie

C'est le débit de pointe en cas d'un éventuel incendie, la durée d'extinction est égale à 2 heures, durée supposée suffisante pour étendre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120m³ soit un débit de 17 l/s. ce débit sera estimé comme suit :

$$Q_{pte+inc} = Q_{max h} + 17 \text{ (l/s)} \dots\dots\dots \text{(II-5)}$$

Tableau II.10 : débit de pointe plus incendie à l'horizon 2021 (Zone I):

Q max h (l/s)	18.68
Q PTE+inc (l/s)	35.68

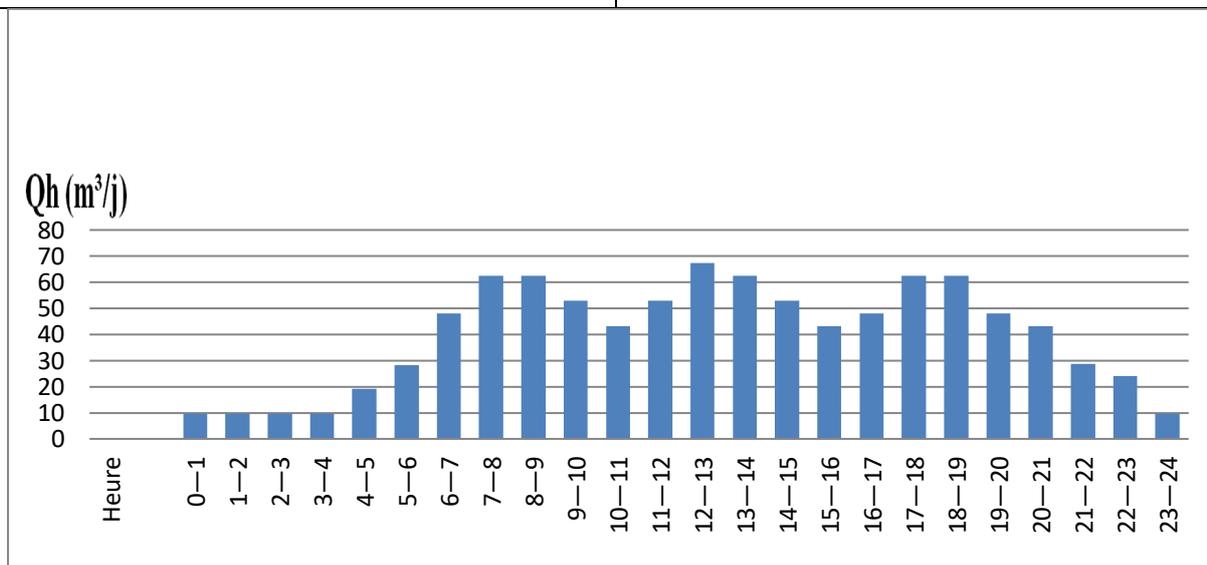


Figure (II.1) : histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2021 (Zone I)

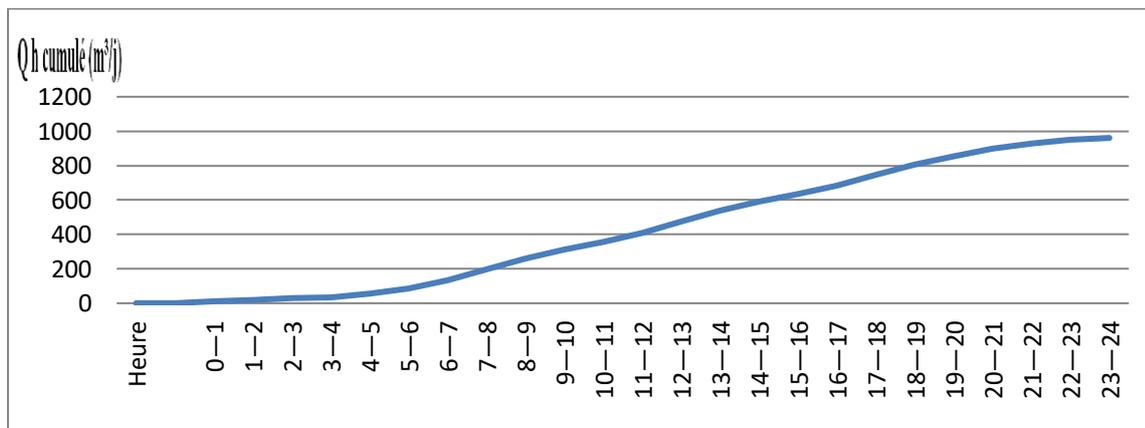


Figure (II.2) : la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2021 (Zone I)

II.6.2.1 Détermination du débit de pointe pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV)

Tableau II.11 : Variation des débits horaires pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV)

Heure	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C%	Qh (m ³ /h)	C%	Qh (m ³ /h)
0—1	1.00	12.048	1.00	12.048
1—2	1.00	12.048	2.00	24.096
2—3	1.00	12.048	3.00	36.144
3—4	1.00	12.048	4.00	48.192
4—5	2.00	24.096	6.00	72.288
5—6	3.00	36.144	9.00	108.432
6—7	5.00	60.24	14.00	168.672
7—8	6.50	78.312	20.50	246.984
8—9	6.50	78.312	27.00	325.296
9—10	5.50	66.264	32.50	391.56
10—11	4.50	54.216	37.00	445.776
11—12	5.50	66.264	42.50	512.04
12—13	7.00	84.336	49.50	596.376
13—14	6.50	78.312	56.00	674.688
14—15	5.50	66.264	61.50	740.952
15—16	4.50	54.216	66.00	795.168
16—17	5.00	60.24	71.00	855.408
17—18	6.50	78.312	77.50	933.72
18—19	6.50	78.312	84.00	1012.032
19—20	5.00	60.24	89.00	1072.272
20—21	4.50	54.216	93.50	1126.488
21—22	3.00	36.144	96.50	1162.632
22—23	2.50	30.12	99.00	1192.752
23—24	1.00	12.048	100	1204.81

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Le débit maximal horaire à l'horizon 2021 (Zone II-III-IV) :

Q max h = 84.366 (m³/h)

II.6.2.2 Détermination du débit de pointe plus incendie

C'est le débit de pointe en cas d'un éventuel incendie, la durée d'extinction est égale à 2 heures, durée supposée suffisante pour étendre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120m³ soit un débit de 17 l/s. ce débit sera estimé comme suit :

$$Q_{pte+inc} = Q_{max h} + 17 \text{ (l/s)} \dots\dots (II-6)$$

Tableau II.12 : débit de pointe plus incendie à l'horizon 2021(Zone II-III-IV) :

Q max h (l/s)	23.435
Q pte+inc (l/s)	40.435

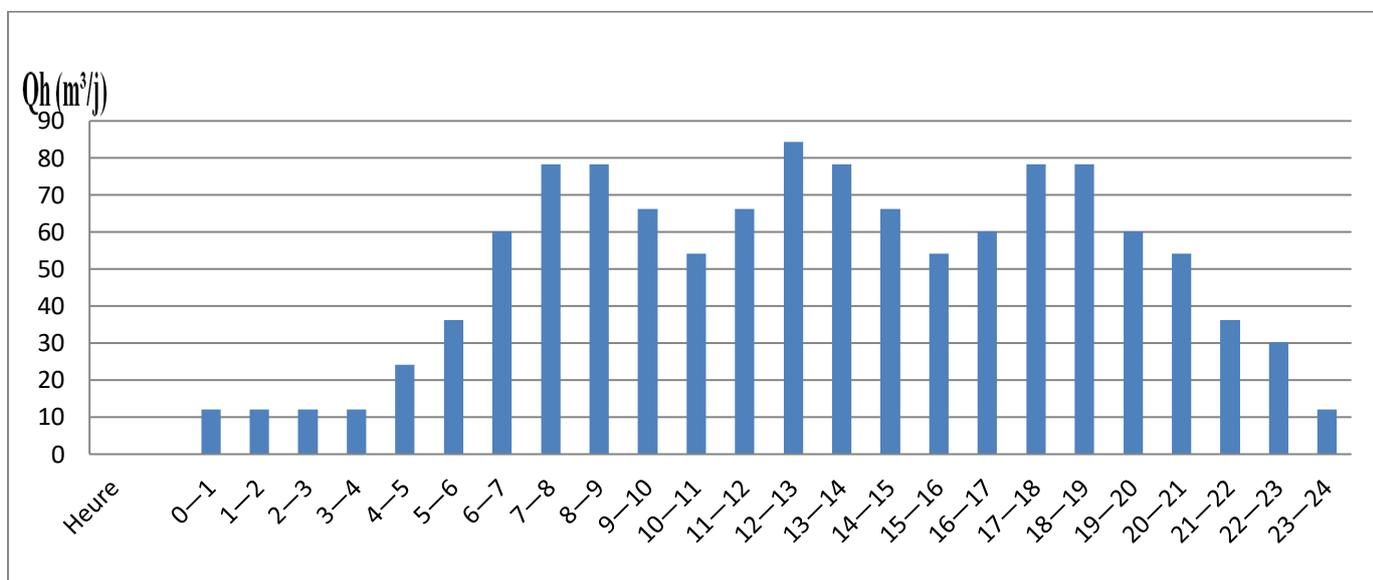


Figure (II.3) : histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV)

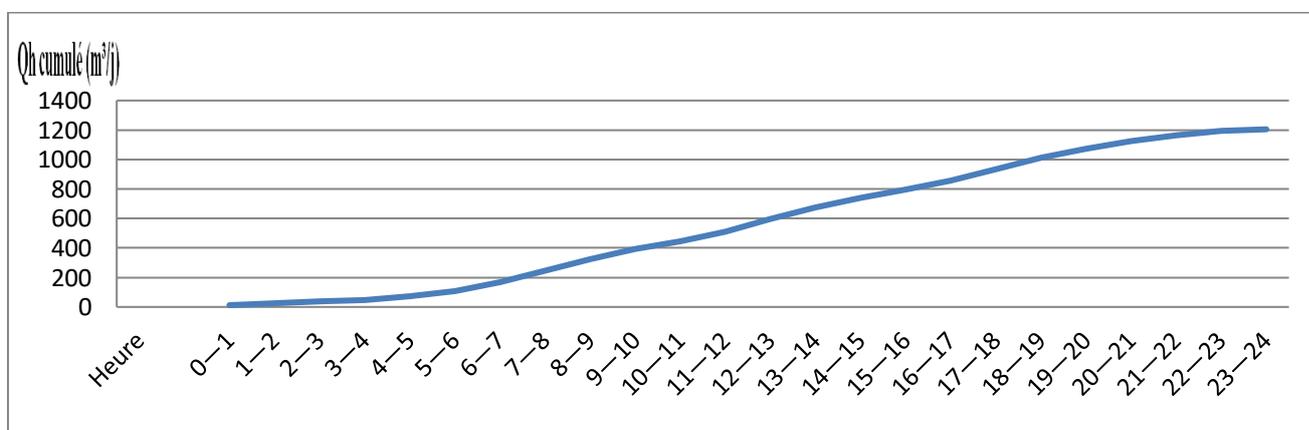


Figure (II.4) : la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2021 (Zone II-III-IV)

II.6.3.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2051 (Zone I):

Tableau II.13 : Variation des débits horaires pour l’horizon 2051 (Zone I)

Heure	Consommation de l’agglomération		Cumul	
	C%	Qh (m³/h)	C%	Qh (m³/h)
0—1	1.00	16.723	1.00	16.723
1—2	1.00	16.723	2.00	33.446
2—3	1.00	16.723	3.00	50.169
3—4	1.00	16.723	4.00	66.892
4—5	2.00	33.446	6.00	100.338
5—6	3.00	50.169	9.00	150.507
6—7	5.00	83.615	14.00	234.122
7—8	6.50	108.699	20.50	342.821
8—9	6.50	108.699	27.00	451.521
9—10	5.50	91.976	32.50	543.497
10—11	4.50	75.253	37.00	618.751
11—12	5.50	91.976	42.50	710.727
12—13	7.00	117.061	49.50	827.788
13—14	6.50	108.699	56.00	936.488
14—15	5.50	91.976	61.50	1028.464
15—16	4.50	75.253	66.00	1103.718
16—17	5.00	83.615	71.00	1187.333
17—18	6.50	108.699	77.50	1296.032
18—19	6.50	108.699	84.00	1404.732
19—20	5.00	83.615	89.00	1488.347
20—21	4.50	75.253	93.50	1563.600
21—22	3.00	50.169	96.50	1613.769
22—23	2.50	41.807	99.00	1655.577
23—24	1.00	16.723	100	1672.33

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Le débit maximal horaire à l’horizon2051 (Zone I):

Q max h = 117.061 (m³/h)

II.6.3.2 Détermination du débit de pointe plus incendie

C'est le débit de pointe en cas d'un éventuel incendie, la durée d'extinction est égale à 2 heures, durée supposée suffisante pour étendre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120m³ soit un débit de 17 l/s. ce débit sera estimé comme suit :

$$Q_{pte+inc} = Q_{max\ h} + 17 \text{ (l/s)} \dots \dots \text{ (II-7)}$$

Tableau II.14 : débit de pointe plus incendie à l'horizon 2051 (Zone I) :

Q max h (l/s)	32.67
Q pte+inc (l/s)	49.67

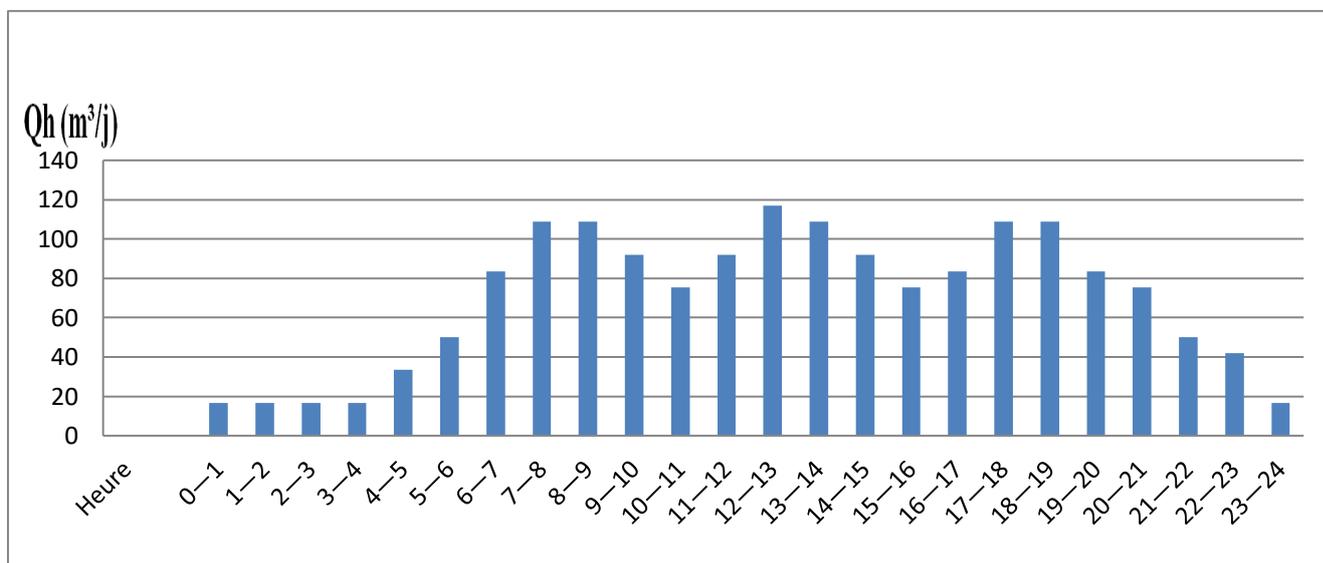


Figure (II.5) : histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2051 (Zone I)

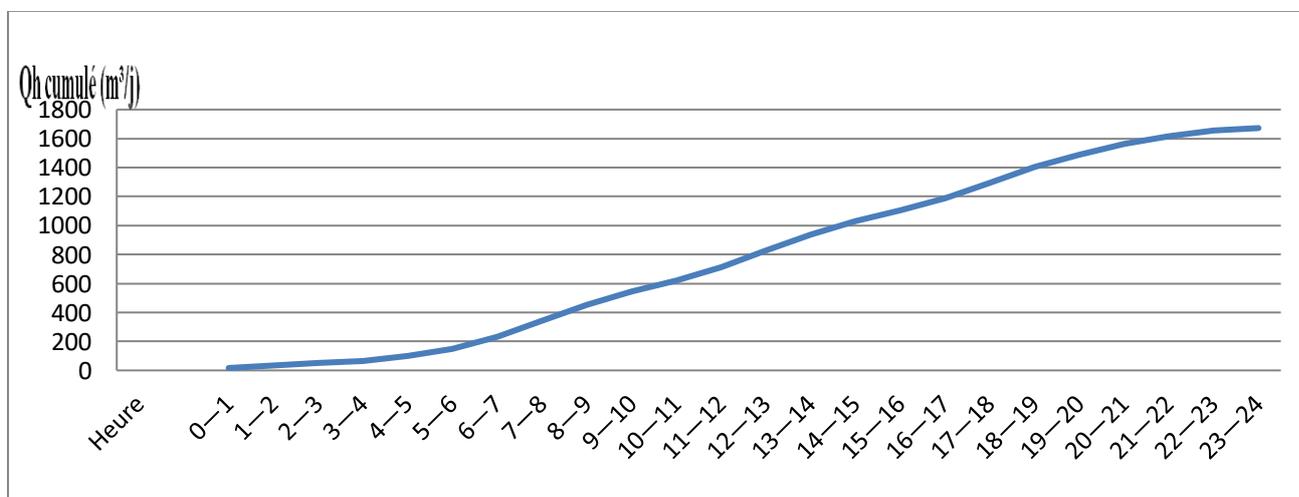


Figure (II.6) : la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2051 (Zone I)

II.6.4.1 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2051 (Zone II-III-IV)

Tableau II.15 : Variation des débits horaires pour l’horizon 2051 (Zone II-III-IV)

Heure	Consommation de l’agglomération		Cumul	
	C%	Qh (m³/h)	C%	Qh (m³/h)
0—1	1.00	20.82	1.00	20.82
1—2	1.00	20.82	2.00	41.64
2—3	1.00	20.82	3.00	62.46
3—4	1.00	20.82	4.00	83.28
4—5	2.00	41.64	6.00	124.92
5—6	3.00	62.46	9.00	187.38
6—7	5.00	104.1	14.00	291.48
7—8	6.50	135.33	20.50	426.81
8—9	6.50	135.33	27.00	592.14
9—10	5.50	114.51	32.50	676.65
10—11	4.50	93.69	37.00	770.34
11—12	5.50	114.51	42.50	884.85
12—13	7.00	145.74	49.50	1030.59
13—14	6.50	135.33	56.00	1165.92
14—15	5.50	114.51	61.50	1280.43
15—16	4.50	93.69	66.00	1374.12
16—17	5.00	104.1	71.00	1478.22
17—18	6.50	135.33	77.50	1613.55
18—19	6.50	135.33	84.00	1748.88
19—20	5.00	104.1	89.00	1852.98
20—21	4.50	93.69	93.50	1946.67
21—22	3.00	62.46	96.50	2009.13
22—23	2.50	52.05	99.00	2061.18
23—24	1.00	20.82	100	2082

Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, B.SALAH, 2014

Le débit maximal horaire à l’horizon2051 (Zone II-III-IV):

Q max h = 145.74 (m³/h)

II.6.4.2 Détermination du débit de pointe plus incendie

C'est le débit de pointe en cas d'un éventuel incendie, la durée d'extinction est égale à 2 heures, durée supposée suffisante pour étendre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120m³ soit un débit de 17 l/s. ce débit sera estimé comme suit :

$$Q_{pte+inc} = Q_{max\ h} + 17 \text{ (l/s)} \dots \text{(II-8)}$$

Tableau II.16 : débit de pointe plus incendie à l'horizon 2051 (Zone II-III-IV):

Q max h (l/s)	40.483
Q pte+inc (l/s)	57.483

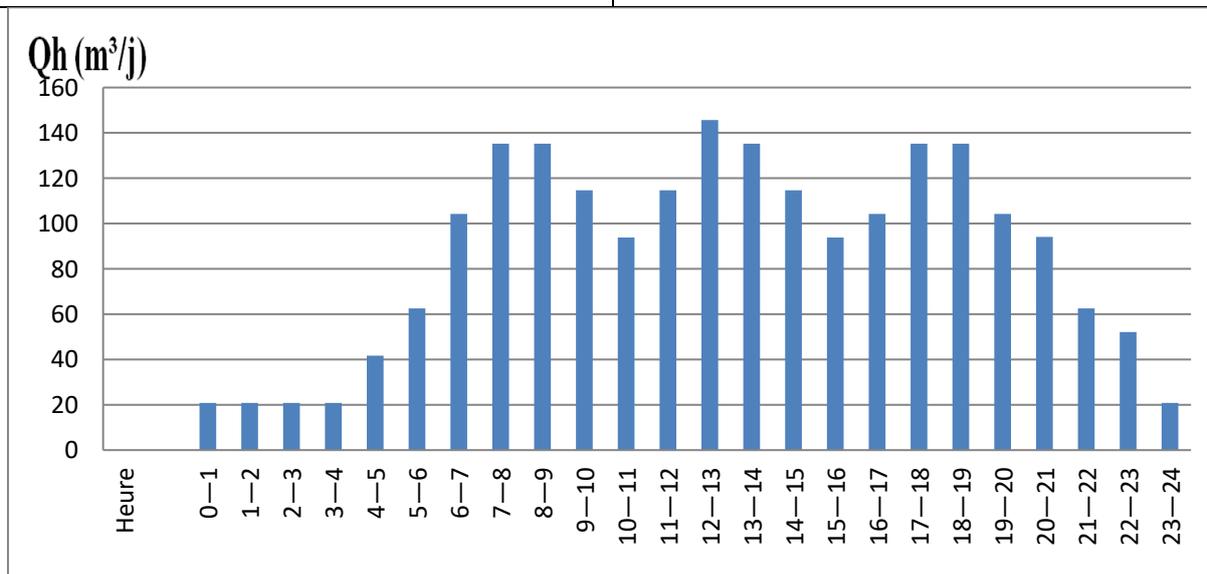


Figure (II.7) : histogramme de la consommation horaire de l'agglomération pour l'horizon 2051 (Zone II-III-IV)

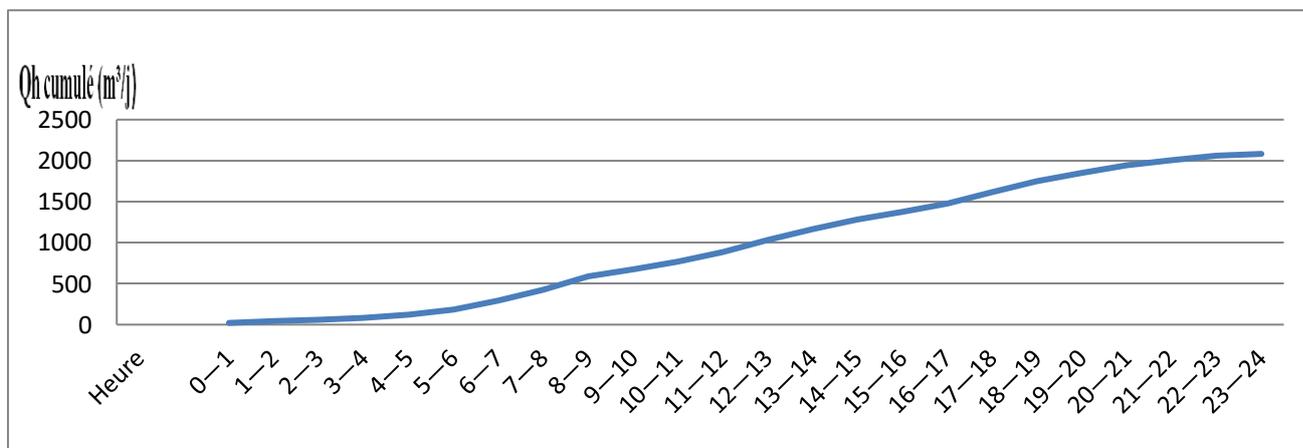


Figure (II.8) : la courbe de la consommation horaire cumulée pour l'horizon 2051 (Zone II-III-IV)

II.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié la variation de la consommation pour les deux horizons actuel et future et pour les deux zones. Nous avons conclu que le débit de pointe a lieu de 12h à 13h pour les deux horizons et les deux zones, le débit maximal horaire est utilisé pour le dimensionnement du réseau.

Chapitre III :
Diagnostic physique et
Hydraulique du réseau d'AEP

III.1 Introduction

L'objectif de ce diagnostic est de vérifier l'état du réseau d'alimentation en eau potable existant du el KERMA centre de la wilaya de BOUMERDES et aussi faire un bilan de fonctionnement passant par :

- L'identification de différentes anomalies présentes dans le réseau ; les fuites et les pertes en eau
- La vérification de l'état des réservoirs de stockage et leurs capacités
- La vérification du fonctionnement du réseau en termes de pression et vitesse

III.2 Définition d'un réseau de distribution d'eau potable

Le réseau d'eau potable est un ensemble des circuits hydrauliques qui permettent de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'aux abonnés.

Ce circuit peut comporter :

- Réservoir(s).
- Conduites de différents diamètres et natures.
- Accessoires et pièces spéciales (statiques ou dynamiques) : Vannes, Té; Coudes, Cônes de réduction, ventouses ... etc.
- Branchements.
- Ouvrages annexes (regards, bouches à clé etc...) [1].

III.3 Type des réseaux

III.3.1 Réseau de distribution ramifié :

Composé de conduites qui vont toujours en se divisant à partir du point d'alimentation sans jamais se refermer pour former une boucle.

a) Avantage

- Linéaire réduit des canalisations, nombre moins important des équipements hydrauliques (avantage économique).
- Minimisation des vannes à manœuvrer en cas de coupure.

b) Principal inconvénient

- Absence d'alimentation en retour.
- Risque de dégradation de la qualité d'eau (en cas de faibles consommations) [1].

III.3.2 Réseau de distribution maillé

Composé de conduites suivant des contours fermés formant ainsi plusieurs mailles.

a) **Avantage** : Souplesse en exploitation

b) **Inconvénient** : Coût élevé [1]

III.3.3 Réseau de distribution étagé

a) **Avantage** :

- Éviter les problèmes énormes posés par les fortes pressions.
- Assurer une pression de service acceptable.

b) **Inconvénient** :

- Maintenance fréquente des équipements de sectionnement
- Plusieurs points de mesures en cas d'alimentation à partir de plus d'un réservoir [1].

III.4 Diagnostic physique du réseau de distribution el kerma

III.4.1 Type de conduite du réseau :

- Le réseau existant est composé d'un ensemble de conduites de différents types et diamètres :
- Les diamètres du réseau utilisés varient entre 32 et 315mm
- Les matériaux de conduites utilisées sont les suivants : PEHD ; amiante ciment ; PVC ; acier.

Tableau III.1: répartition des conduites de distribution par matériaux (Zone I):

Matériaux	Longueur (ml)	Pourcentage (%)
Acier	4437.61	73.47
AMC	800.91	13.26
PEHD	233.4	3.87
PVC	567.58	9.40
Total	6039.5	100

Source: DRE BOUMERDESS

Tableau III.2 : répartition des conduites de distribution par matériaux (Zone II-III-IV) :

Matériaux	Longueur (ml)	Pourcentage (%)
PEHD	4736.973	63.82
PVC	2685.043	36.18
Total	7422.003	100

Source: DRE BOUMERDESS

III.4.2 Description du réservoir

III.4.2.1 Données générales

Tableau III.3:Données générales sur le réservoir (el kerma base)

Localité	El kerma base
capacité (m ³)	300m ³
Forme géométrique	Rectangulaire/ semi-enterré
Nature de l'ouvrage	Béton armé
Année de mise en service	1980
Cote de radier (m)	72.00
L'accès extérieur	Facile
Le portail	Bon état (en grillage)
La clôture	Bon état (métallique)
Eclairage	Existe

Source: DRE BOUMERDESS

Tableau III.4:Données générales sur le réservoir (el kerma haute)

Localité	El kerma haute
capacité (m ³)	500m ³
Forme géométrique	Rectangulaire/ semi-enterré
Nature de l'ouvrage	Béton armé
Année de mise en service	1980
Cote de radier (m)	195.00
L'accès extérieur	Facile
Le portail	Bon état (en grillage)
La clôture	Bon état (métallique)
Eclairage	Existe

Source: DRE BOUMERDESS

III.4.2.2 Etat du réservoir et la chambre des vannes

Tableau III.5:Etat des réservoirs

		Degré	Etat (Remarques)
Réservoirs	Etat du génie civil	Degré 1	Bon état
	Enduit intérieur	Sans	
	Enduit extérieur	Sans	
	Peinture	Sans	
	Etanchéité de la toiture	Degré 1	Bon état

Source: DRE BOUMERDESS

Tableau III.6:Etat de la chambre des vannes

		Degré	Etat (Remarques)
Chambre des vannes	Etat du génie civil	Degré 1	Bon état
	Enduit intérieur	Sans	
	Enduit extérieur	Sans	
	Peinture	Sans	
	Etanchéité de la toiture		Est pratiquement enterrée elle se situe en-dessous du réservoir

III.4.2.3 Etat des équipements du réservoir

Tableau III.7: Etat des équipements du réservoir

	Type	Diamètre (mm)	Degré	Etat (Remarques)
Conduites d'entrée	Acier	400	Degré 1	Bon état
Conduites de sortie	PEHD	400	Degré 1	Bon état
	AMC	250	Degré 3	Mauvais état, fuite au niveau de la vanne
	AMC	250	Degré 3	Mauvais état, fuite au niveau de la

	PEHD	90	Degré 1	vanne Bon état
Conduites de trop plein	Acier	400	Degré 1	Bon état
	Acier	400	Degré 1	Bon état
Conduites de vidange	Acier	400	Degré 1	Conduite en bon état
	Acier	400	Degré 1	Bon état

Source: DRE BOUMERDESS

III.5 Diagnostic physique du réseau de distribution (Zone I)

Est constitué principalement de conduite en Amiante-ciment, Acier, PVC et PEHD.

Matériau des conduites du réseau existant

Les caractéristiques du réseau sont représentées dans le tableau (III.8)

Tableau III.8: les caractéristiques des tronçons du réseau existant (Zone I):

Conduites	Longueur (m)	Matériaux	Diamètre (mm)	Etat	Observation
Tuyau p4	71,84	Acier	150	Mauvis	à changer
Tuyau p5	141,2	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau p7	43,78	PVC	80	Mauvis	à changer
Tuyau p9	72,9	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p10	81,56	PVC	80	Mauvis	à changer
Tuyau p11	156,5	AMC	200	Mauvis	à changer
Tuyau p13	43,54	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau p14	74,13	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau p15	153,6	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p20	49,08	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p26	56,59	PVC	110	Mauvis	à changer
Tuyau p27	58,66	PVC	110	Mauvis	à changer
Tuyau p28	67,6	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p29	96,58	Acier	90	Mauvis	à changer

Tuyau p37	315,2	Acier	90	Mauvis	à changer
Tuyau p38	120,8	PEHD	50	Bon	à conserver
Tuyau p39	300,3	Acier	90	Mauvis	à changer
Tuyau p47	68,84	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p48	99,7	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau p53	112,6	PEHD	80	Bon	à conserver
Tuyau p54	713,4	Acier	150	Mauvis	à changer
Tuyau 1	126,5	Acier	110	Mauvis	à changer
Tuyau 2	146,1	PVC	80	Mauvis	à changer
Tuyau 3	10,43	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau 4	68,39	PVC	110	Mauvis	à changer
Tuyau 5	283,3	AMC	200	Mauvis	à changer
Tuyau 6	99,38	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau 7	74,66	AMC	150	Mauvis	à changer
Tuyau 11	59,41	Acier	200	Mauvis	à changer
Tuyau 12	60,83	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau 13	46,36	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau 14	69,85	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau 18	3,15	AMC	200	Mauvis	à changer
Tuyau 19	88,28	Acier	90	Mauvis	à changer
Tuyau 21	283,3	AMC	250	Mauvis	à changer
Tuyau 22	81,37	Acier	150	Mauvis	à changer
Tuyau 23	423,7	Acier	90	Mauvis	à changer
Tuyau 24	112,5	PVC	80	Mauvis	à changer
Tuyau 16	444,5	Acier	150	Mauvis	à changer
Tuyau 17	221,1	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau 15	44,01	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau 20	47,88	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau 25	64,63	Acier	200	Mauvis	à changer
Tuyau 26	233	Acier	100	Mauvis	à changer
Tuyau 27	48.31	Acier	200	Mauvis	à changer

III.6 Diagnostic physique du réseau de distribution (Zone II-III-IV)

Est constitué principalement de conduite en PVC et PEHD.

Matériau des conduites du réseau existant

Les caractéristiques du réseau sont représentées dans le tableau (III.9)

Tableau III.9: les caractéristiques des tronçons du réseau existant (Zone II-III-IV) :

ID Arc	Longueur (m)	Matériaux	Diamètre (mm)	Etat	Observation
Tuyau p4	50,69	PEHD	63	Bon	à conserver
Tuyau p7	51,3	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau p9	71,38	Acier	80	Mauvis	à changer
Tuyau p12	17,11	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau p13	322,5	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau p14	151,1	PEHD	50	Bon	à conserver
Tuyau p15	88,32	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau p17	287,9	PEHD	32	Bon	à conserver
Tuyau p18	54,27	PVC	90	mauvis	à changer
Tuyau p19	275,3	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p20	316,5	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p22	289,9	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p23	54,84	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p25	225,8	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p26	195,1	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p29	112,6	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p30	170,8	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau p31	100,7	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau p32	101	PEHD	400	Bon	à conserver
Tuyau p33	144,1	PEHD	160	Bon	à conserver
Tuyau p34	431,9	PEHD	125	Bon	à conserver
Tuyau p35	26,37	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p36	93,26	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p39	87,03	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p41	53,49	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p43	87,35	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p44	128,3	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau p46	54,47	PEHD	90	Bon	à conserver
Tuyau p48	46,86	PEHD	90	Bon	à conserver
Tuyau p49	36,96	PEHD	90	Bon	à conserver
Tuyau p50	169,9	PEHD	125	Bon	à conserver
Tuyau p52	64,63	PEHD	125	Bon	à conserver
Tuyau p53	185,8	PEHD	90	Bon	à conserver

Tuyau p54	43,32	PEHD	125	Bon	à conserver
Tuyau p56	54,86	PEHD	400	Bon	à conserver
Tuyau 1	1307	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau 4	12,87	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau 2	59	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau 3	433	PEHD	250	Bon	à conserver
Tuyau 6	56,07	PEHD	90	Bon	à conserver
Tuyau 7	252,3	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau 8	8,292	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau 9	56,43	PVC	90	Mauvis	à changer
Tuyau 10	98,73	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau 11	14,49	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau 13	9,322	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau 14	27,23	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau 16	2,369	PVC	40	Mauvis	à changer
Tuyau 17	8,522	PEHD	125	Bon	à conserver
Tuyau 18	106,1	PEHD	90	Bon	à conserver
Tuyau 12	131,44	PEHD	315	Bon	à conserver
Tuyau 15	110,311	PEHD	63	Bon	à conserver
Tuyau 5	82.83	PEHD	90	Bon	à conserver

Les conduites en acier, elles sont dans un mauvais état de conservation, de plus, ces conduites sont relativement anciennes tout comme les conduites en amiante-ciment qui sont actuellement interdite.

Et au contraire, l'installation de conduites en PEHD est relativement récente et est le reflet des récents travaux de rénovation.

III.7 Diagnostic hydraulique

III.7.1 Type du système de distribution existant

Le système de distribution existant de la ville d'El KERMA est composé de deux réservoirs qui assurent la distribution d'eau potable gravitaire ment vers l'agglomération.

III.7.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution existant

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

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie [1].

Détermination des débits

• **Débit spécifique** : 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 sont uniformément répartis sur toute la longueur. La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pte}}{\sum L_i} \text{ (l/s/ml)} \dots \dots \dots \text{(III-1)}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit de pointe (l/s).

$\sum L_i$: La somme des longueurs des tronçons véhiculant le débit (m).

Pour (Zone I):

$$Q_{sp} = 18.68 / 5250.97$$

$$Q_{sp} = 0.00355 \text{ (l/s/ml)}$$

Pour (Zone II-III-IV) :

$$Q_{sp} = 23.435 / 6114.626$$

$$Q_{sp} = 0.00383 \text{ (l/s/ml)}$$

• **Débit en route**

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 relation suivante :

$$Q_r = Q_{sp} * L_i \text{ (l/s)} \dots \dots \dots \text{(III-2)}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)

L_i : Longueur du tronçon i (m)

• Débit nodal

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

$$Q_{ni} = \frac{\sum Q_r}{2} + \sum Q_{conc} \text{ (l/s)} \dots \dots \dots \text{ (III-3)}$$

Avec :

$\sum Q_r$: La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{conc}$: La somme des débits concentrés aux nœuds i (l/s).

• Cas de pointe

Les résultats des calculs des débits nodaux en cas de pointe du réseau existant sont

Donnés dans le tableau suivant :

Tab III.10: Calcul des débits nodaux en cas de pointe Pour (Zone I):

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N3	P11	156.5	0.555	0.914
	5	283.3	1.0057	
	7	74.66	0.265	
N6	6	99.38	0.353	0.176
N7	P4	71.84	0.255	0.436
	6	99.38	0.353	
	7	74.66	0.265	
N8	P5	141.2	0.501	0.708
	P53	112.6	0.4	
	P4	71.84	0.255	
N9	15	44.01	0.156	0.415
	P5	141.2	0.501	
	20	47.88	0.17	
N11	P10	81.56	0.289	0.416
	12	60.83	0.216	
	P7	43.78	0.155	
	20	47.88	0.17	

N12	P7	43.78	0.155	0.269
	11	59.41	0.211	
	27	48.31	0.171	
N15	P9	72.9	0.259	0.129
N16	P10	81.56	0.289	0.146
N17	15	44.01	0.156	0.442
	P11	156.5	0.555	
	27	48.31	0.171	
N18	13	46.36	0.164	0.424
	25	64.63	0.229	
	P47	68.84	0.244	
	11	59.41	0.211	
N20	P14	74.13	0.263	0.323
	P13	43.54	0.154	
	25	64.63	0.229	
N21	P13	43.54	0.154	0.087
N22	P48	99.7	0.354	0.581
	P15	153.6	0.545	
	P14	74.13	0.263	
N23	P20	49.08	0.174	0.774
	26	233	0.827	
	P15	153.6	0.545	
N25	13	46.36	0.164	0.804
	24	112.5	0.400	
	26	233	0.827	
	12	60.83	0.216	
N27	24	112.5	0.400	0.2
N31	P20	49.08	0.174	0.613
	14	69.85	0.248	
	17	221.1	0.785	
N33	14	69.85	0.248	0.124
N34	1	126.5	0.449	0.523
	P47	68.84	0.244	
	P48	99.7	0.354	
N37	2	146.1	0.519	0.259
	3	10.43	0.037	

N38	1	126.5	0.449	0.522
	2	146.1	0.519	
N40	4	68.39	0.243	0.325
	P27	58.66	0.208	
	P26	56.59	0.200	
N41	P26	56.59	0.200	0.1
N42	P27	58.66	0.208	0.104
N43	3	10.43	0.037	0.26
	P28	67.6	0.240	
	4	68.39	0.243	
N44	P29	96.58	0.343	0.851
	P37	315.2	1.119	
	P28	67.6	0.240	
N45	16	444.5	1.578	2.226
	P29	96.58	0.343	
	P54	713.4	2.532	
N48	18	3.15	0.011	0.508
	5	283.3	1.006	
N49	19	88.28	0.313	0.157
N56	P37	315.2	1.119	1.307
	P38	120.8	0.429	
	P39	300.3	1.066	
N57	P38	120.8	0.429	0.214
N58	P39	300.3	1.066	0.533
N70	17	221.1	0.785	0.393
N71	18	3.15	0.011	0.951
	19	88.28	0.313	
	16	444.5	1.578	
N74	P53	112.6	0.400	0.2
N75	P54	713.4	2.532	1.266

Tab III.11: Calcul des débits nodaux en cas de pointe Pour (Zone II-III-IV) :

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N7	P4	50.69	0.194	0.348
	12	131.44	0.503	
N8	P4	50.69	0.194	0.097
	12	131.44	0.503	

N10	4	12.87	0.049	0.374
	P7	51.3	0.196	
N11	P7	51.3	0.196	0.098
N13	15	110.311	0.422	0.211
N14	P12	17.11	0.065	0.787
	P13	322.5	1.235	
	P9	71.38	0.273	
N15	P9	71.38	0.273	0.136
N19	4	12.87	0.049	0.269
	P12	17.11	0.065	
	15	110.31	0.422	
N20	P13	322.5	1.235	1.076
	P15	88.32	0.338	
	P14	151.1	0.579	
N21	P14	151.1	0.579	0.289
N22	P15	88.32	0.338	1.32
	3	433	1.658	
	P30	170.8	0.654	
N23	2	59	0.226	0.823
	P20	316.5	1.212	
	P18	54.27	0.208	
N24	2	59	0.226	1.493
	3	433	1.658	
	P17	287.9	1.103	
N25	P17	287.9	1.103	0.55
N26	P18	54.27	0.208	0.746
	P19	275.3	1.054	
	P23	54.84	0.210	
N27	P20	316.5	1.212	1.25
	P19	275.3	1.054	
	6	56.07	0.215	
N30	6	56.07	0.215	1.145
	7	252.3	0.966	
	P22	289.9	1.110	
N31	P23	54.84	0.224	0.768
	9	56.43	0.216	

	P22	289.9	1.110	
N34	7	252.3	0.966	1.131
	P29	112.6	0.431	
	P25	225.8	0.865	
N35	8	8.292	0.317	0.822
	P26	195.1	0.747	
	P25	225.8	0.865	
N36	P26	195.1	0.747	0.374
N40	9	56.43	0.216	0.339
	P29	112.6	0.431	
	8	8.292	0.317	
N41	P30	170.8	0.654	0.723
	P32	101	0.387	
	P31	100.7	0.386	
N42	P31	100.7	0.386	0.193
N43	P32	101	0.387	0.574
	P56	54.86	0.210	
	P33	144.1	0.552	
N44	P33	144.1	0.552	1.186
	P54	43.32	0.166	
	P34	431.9	1.654	
N45	17	8.522	0.033	0.894
	P34	431.9	1.654	
	P35	26.37	0.101	
N46	P35	26.37	0.101	0.257
	P36	93.26	0.357	
	11	14.49	0.055	
N47	P36	93.26	0.357	0.178
N49	10	98.73	0.378	0.189
N50	11	14.49	0.055	0.235
	13	9.322	0.036	
	10	98.73	0.378	
N52	13	9.322	0.036	0.236
	14	27.23	0.104	
	P39	87.03	0.333	
N53	P39	87.03	0.333	0.166

N55	14	27.23	0.104	0.16
	16	2.369	0.009	
	P41	53.49	0.205	
N56	P41	53.49	0.205	0.102
N59	16	2.369	0.009	0.417
	P44	128.3	0.491	
	P43	87.35	0.334	
N60	P43	87.35	0.334	0.167
N61	P44	128.3	0.491	0.245
N64	P46	54.47	0.209	0.446
	17	8.522	0.326	
	P50	169.9	0.651	
N65	5	82.83	0.317	0.466
	18	106.1	0.406	
	P46	54.47	0.209	
N67	P49	36.96	0.141	0.32
	P48	46.86	0.179	
	5	82.83	0.317	
N68	P48	46.86	0.179	0.089
N70	P52	64.43	0.247	0.519
	P50	69.9	0.268	
	P49	36.96	0.141	
N72	18	106.1	0.406	0.203
N74	P54	43.32	0.166	0.563
	P53	185.8	0.712	
	P52	64.63	0.247	
N75	P53	185.8	0.712	0.356
N77	P56	54.86	0.210	0.105

• Cas de pointe + incendie

Dans le cas de pointe + incendie, le calcul se fait de la même manière que le cas de pointe, sauf qu'on doit s'assurer que le débit d'incendie de 17 l/s donné par le réservoir arrive au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud N56 pour (Zone I), (**Tab III. 12**)

N43 pour (Zone II-III-IV). (**Tab III. 13**)

Tab III. 12: Calcul des débits nodaux en cas de pointe + incendie (Zone I)

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qc (l/s)	Qn (l/s)
N44	P37	315.2	1.119	17	17.851
	P28	67.6	0.240		
	P29	96.58	0.343		

Tab III. 13: Calcul des débits nodaux en cas de pointe + incendie (Zone II-III-IV)

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qc (l/s)	Qn (l/s)
N43	P32	101	0.387	17	17.574
	P56	54.86	0.210		
	P33	144.1	0.552		

III.8 Modélisation hydraulique du réseau de distribution existant

Nous allons procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel EPANET, pour pouvoir comprendre le comportement du réseau de point de vue écoulement.

• Description du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de modélisation hydraulique, développé par US Environmental Protection Agenciers. Il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie [5].

• Formule de perte de charge utilisée

EPANET permet d'utiliser plusieurs équations de calcul des pertes de charge (Hazen-Willaims, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning). Les pertes de charge régulières sont les plus souvent calculées à partir de l'équation de Hazen-Willaims d'où notre choix pour cette dernière.

III.8.1 Résultats de la simulation

• Cas de pointe

Tab III. 14: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (Zone I)

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre Nominal (mm)	Débit (LPS)	Vitesse (m/s)	Pert de Charge (m/km)
Tuyau p4	71,84	150	1,59	0,09	0,14
Tuyau p5	141,2	80	0,55	0,11	0,43
Tuyau p7	43,78	80	-0,9	0,18	0,5
Tuyau p9	72,9	100	0,13	0,02	0,01
Tuyau p10	81,56	80	0,15	0,03	0,02
Tuyau p11	156,5	200	8,3	0,26	0,4
Tuyau p13	43,54	80	0,09	0,02	0,01
Tuyau p14	74,13	80	1,43	0,28	2,49
Tuyau p15	153,6	100	0,7	0,09	0,23
Tuyau p20	49,08	100	1,13	0,14	0,55
Tuyau p26	56,59	110	0,1	0,01	0
Tuyau p27	58,66	110	0,1	0,01	0
Tuyau p28	67,6	100	0,75	0,1	0,25
Tuyau p29	96,58	90	-2,16	0,34	3,02
Tuyau p37	315,2	90	2,05	0,32	2,76
Tuyau p38	120,8	50	0,21	0,27	2,7
Tuyau p39	300,3	90	0,53	0,08	0,23
Tuyau p47	68,84	100	2,7	0,34	2,74
Tuyau p48	99,7	100	-0,14	0,02	0,01
Tuyau p53	112,6	80	0,2	0,04	0,03
Tuyau p54	713,4	150	1,27	0,07	0,09
Tuyau 1	126,5	110	2,32	0,24	1,3
Tuyau 2	146,1	80	-0,26	0,05	0,05
Tuyau 3	10,43	100	1,54	0,2	0,96
Tuyau 4	68,39	110	0,53	0,06	0,04
Tuyau 5	283,3	200	-11,41	0,36	0,73
Tuyau 6	99,38	80	-0,18	0,04	0,05
Tuyau 7	74,66	150	-2,2	0,12	0,14
Tuyau 11	59,41	200	-6,13	0,2	0,43

Tuyau 12	60,83	80	-1,03	0,21	1,37
Tuyau 13	46,36	80	-1,17	0,23	1,73
Tuyau 14	69,85	100	0,12	0,02	0,01
Tuyau 18	3,15	200	0,81	0,03	0,01
Tuyau 19	88,28	90	0,16	0,02	0,02
Tuyau 21	283,3	250	12,73	0,26	0,3
Tuyau 22	81,37	150	4,65	0,26	1,04
Tuyau 23	423,7	90	1,29	0,2	1,17
Tuyau 24	112,5	80	0,2	0,04	0,03
Tuyau 16	444,5	150	4,36	0,25	0,92
Tuyau 17	221,1	100	0,39	0,05	0,08
Tuyau 15	44,01	80	0,55	0,11	0,43
Tuyau 20	47,88	80	-0,69	0,14	0,66
Tuyau 25	64,63	200	1,84	0,06	0,05
Tuyau 26	233	100	1,2	0,15	0,61
Tuyau 27	48,31	200	-7,3	0,23	0,59

Tab III. 15: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe (Zone II-III-IV)

ID Arc	Longueur	Diamètre Nominal	Débit	Vitesse	Pert de Charge. (m/km)
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau p4	50,69	63	0,1	0,03	0,02
Tuyau p7	51,3	80	0,1	0,02	0,01
Tuyau p9	71,38	80	0,14	0,03	0,01
Tuyau p12	17,11	315	22,05	0,28	0,21
Tuyau p13	322,5	315	21,12	0,27	0,19
Tuyau p14	151,1	32	0,29	0,36	4,71
Tuyau p15	88,32	315	19,76	0,25	0,17
Tuyau p17	287,9	50	0,55	0,68	15,51
Tuyau p18	54,27	90	4,58	0,72	5,74
Tuyau p19	275,3	90	0,96	0,15	0,32
Tuyau p20	316,5	90	-2,02	0,32	1,26
Tuyau p22	289,9	90	-0,24	0,04	0,02
Tuyau p23	54,84	90	-2,87	0,45	2,42
Tuyau p25	225,8	90	-0,02	0	0
Tuyau p26	195,1	90	0,37	0,06	0,06

Tuyau p29	112,6	90	0,3	0,05	0,04
Tuyau p30	170,8	315	8,99	0,12	0,04
Tuyau p31	100,7	90	0,19	0,03	0,02
Tuyau p32	101	400	8,07	0,06	0,01
Tuyau p33	144,1	160	7,39	0,37	0,75
Tuyau p34	431,9	125	2,04	0,17	0,23
Tuyau p35	26,37	40	2,35	1,87	86,93
Tuyau p36	93,26	40	0,18	0,14	0,73
Tuyau p39	87,03	40	0,17	0,13	0,64
Tuyau p41	53,49	40	0,1	0,08	0,26
Tuyau p43	87,35	40	0,17	0,13	0,65
Tuyau p44	128,3	40	0,25	0,19	1,32
Tuyau p46	54,47	90	-0,02	0	0
Tuyau p48	46,86	90	0,09	0,01	0
Tuyau p50	169,9	125	1,63	0,13	0,15
Tuyau p53	185,8	90	0,36	0,06	0,05
Tuyau p54	43,32	125	-4,17	0,34	0,87
Tuyau p56	54,86	400	0,1	0	0
Tuyau 1	1307	315	23,44	0,3	0,23
Tuyau 4	12,87	315	-22,53	0,29	0,22
Tuyau 2	59	90	7,42	1,17	14,05
Tuyau 3	433	250	-9,46	0,19	0,13
Tuyau 6	56,07	90	-1,71	0,27	0,93
Tuyau 7	252,3	90	-0,81	0,13	0,23
Tuyau 8	8,292	90	-1,22	0,19	0,49
Tuyau 9	56,43	90	-1,86	0,29	1,08
Tuyau 10	98,73	40	0,19	0,15	0,82
Tuyau 11	14,49	40	-1,92	1,53	59,52
Tuyau 13	9,322	40	1,49	1,19	37,47
Tuyau 14	27,23	40	1,09	0,87	20,96
Tuyau 16	2,369	40	-0,83	0,66	12,6
Tuyau 17	8,522	125	-1,21	0,1	0,09
Tuyau 18	106,1	90	0,2	0,03	0,02
Tuyau 12	131,44	315	23	0,3	0,23
Tuyau 15	110,311	63	0,21	0,07	0,1
Tuyau 5	82,83	90	-0,69	0,11	0,15

Tuyau p52	64,63	125	3,25	0,26	0,55
Tuyau p49	36,96	90	1,1	0,17	0,36

Tab III. 16: Charges et pression dans le réseau existant en cas de pointe (Zone I)

ID Nœud	Altitude (m)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)
Nœud n3	49,56	72,71	23,14
Nœud n6	45,20	72,69	27,49
Nœud n7	46,79	72,7	25,91
Nœud n8	43,32	72,69	29,37
Nœud n9	43,46	72,63	29,16
Nœud n11	40,54	72,6	32,05
Nœud n12	42,27	72,62	30,34
Nœud n15	41,37	72,69	31,31
Nœud n16	37,25	72,59	35,34
Nœud n17	44,93	72,65	27,71
Nœud n18	39,14	72,59	33,45
Nœud n20	36,98	72,59	35,6
Nœud n21	35,81	72,59	36,77
Nœud n22	34,89	72,41	37,51
Nœud n23	22,95	72,37	49,42
Nœud n25	37,52	72,51	34,99
Nœud n27	30,25	72,51	42,26
Nœud n31	17,39	72,34	54,94
Nœud n33	11,91	72,34	60,42
Nœud n34	40,65	72,4	31,74
Nœud n37	31,59	72,23	40,64
Nœud n38	38,23	72,24	34
Nœud n40	39,25	72,23	32,97
Nœud n41	39,35	72,23	32,88
Nœud n42	38,72	72,23	33,5
Nœud n43	38,89	72,23	33,34
Nœud n44	43,26	72,21	28,95
Nœud n45	42,96	72,5	29,54
Nœud n48	51,72	72,92	21,19
Nœud n49	50,58	72,91	22,33

Nœud n56	37,42	71,34	33,92
Nœud n57	30,66	71,02	40,36
Nœud n58	24,43	71,27	46,84
Nœud n70	22,17	72,33	70,15
Nœud n71	51,28	72,92	21,63
Nœud n74	44,23	72,69	28,45
Nœud n75	47,14	72,44	25,29

Tab III. 17: Charges et pression dans le réseau existant en cas de pointe (Zone II-III-IV)

ID Nœud	Altitude (m)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)
Nœud n7	60,05	195,69	135,64
Nœud n8	61,33	195,69	134,36
Nœud n10	53,12	195,66	142,53
Nœud n11	54,53	195,66	141,12
Nœud n13	55,29	195,65	140,36
Nœud n14	45,51	195,66	150,14
Nœud n15	50,30	195,66	145,35
Nœud n19	51,91	195,66	143,75
Nœud n20	36,30	195,59	159,29
Nœud n21	44,64	194,88	150,24
Nœud n22	38,03	195,58	157,55
Nœud n23	73,80	194,69	120,89
Nœud n24	75,13	195,52	120,38
Nœud n25	49,15	191,06	141,9
Nœud n26	80,03	194,38	114,35
Nœud n27	84,70	194,29	109,58
Nœud n30	90,43	194,24	103,81
Nœud n31	87,03	194,25	107,21
Nœud n34	95,66	194,18	98,52
Nœud n35	93,78	194,18	100,4
Nœud n36	76,99	194,17	117,17
Nœud n40	94,00	194,19	100,18
Nœud n41	44,26	195,57	151,31
Nœud n42	46,50	195,57	149,06
Nœud n43	46,77	195,57	148,8
Nœud n44	53,55	195,46	141,91
Nœud n45	57,72	195,36	137,64

Nœud n46	59,59	193,07	133,48
Nœud n47	59,23	193	133,77
Nœud n49	61,88	192,13	130,24
Nœud n50	60,12	192,21	132,09
Nœud n52	61,61	191,86	130,25
Nœud n53	61,12	191,8	130,68
Nœud n55	63,76	191,29	127,53
Nœud n56	62,85	191,27	128,42
Nœud n59	64,27	191,26	126,99
Nœud n60	65,18	191,2	126,02
Nœud n61	68,74	191,09	122,35
Nœud n64	57,84	195,36	137,52
Nœud n65	54,71	195,36	140,65
Nœud n67	58,71	195,38	136,66
Nœud n68	60,37	195,38	135
Nœud n70	60,19	195,39	135,2
Nœud n72	52,86	195,36	142,5
Nœud n74	56,45	195,43	138,97
Nœud n75	50,65	195,42	144,76
Nœud n77	47,00	195,57	148,56

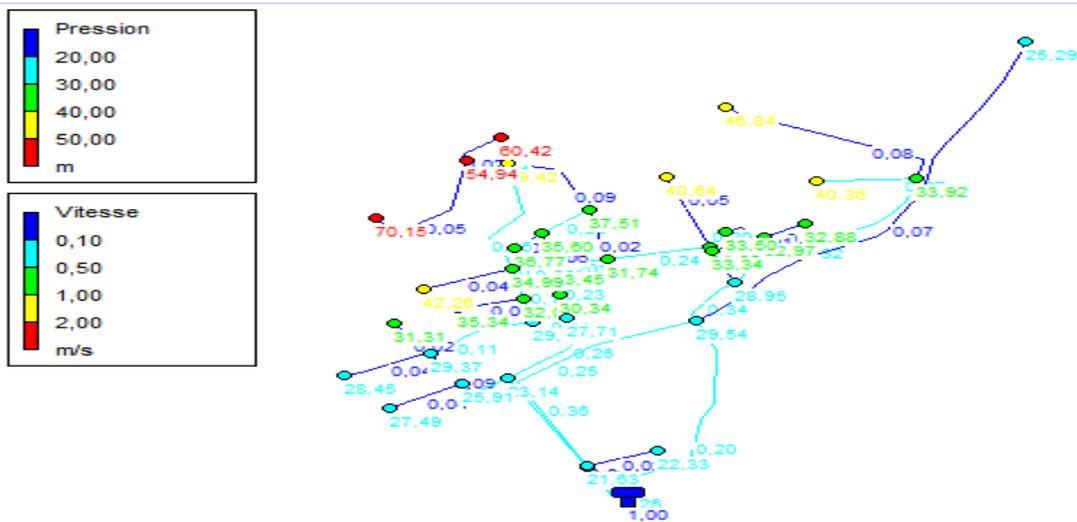


Figure III.1: Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe (Zone I)

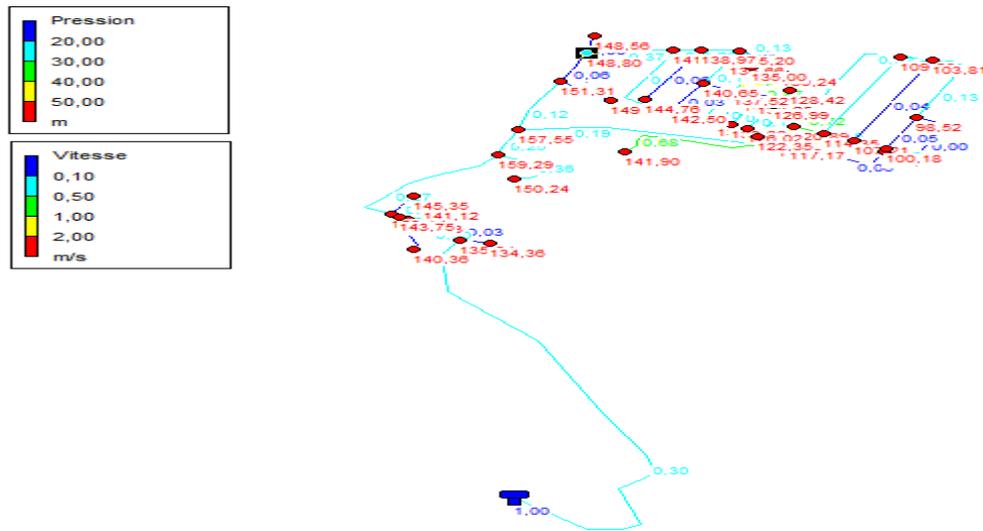


Figure III.2: Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe (Zone II-III-IV)

• Cas de pointe + incendie

Tab III. 18: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie (Zone I)

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre Nominal (mm)	Débit (LPS)	Vitesse (m/s)	Pert de Charge (m/km)
Tuyau p4	71,84	150	2,14	0,12	0,25
Tuyau p5	141,2	80	1,11	0,22	1,56
Tuyau p7	43,78	80	-1,11	0,22	0,74
Tuyau p9	72,9	100	0,13	0,02	0,01
Tuyau p10	81,56	80	0,15	0,03	0,02
Tuyau p11	156,5	200	16,47	0,52	1,43
Tuyau p13	43,54	80	0,09	0,02	0,01
Tuyau p14	74,13	80	3,35	0,67	12,12
Tuyau p15	153,6	100	-0,87	0,11	0,34
Tuyau p20	49,08	100	1,13	0,14	0,55
Tuyau p26	56,59	110	0,1	0,01	0
Tuyau p27	58,66	110	0,1	0,01	0
Tuyau p28	67,6	100	9,47	1,21	28,03
Tuyau p29	96,58	90	-10,43	1,64	55,96
Tuyau p37	315,2	90	19,05	0,32	2,76
Tuyau p38	120,8	50	0,21	0,27	2,7

Tuyau p39	300,3	90	0,53	0,08	0,23
Tuyau p47	68,84	100	7,92	1,01	20,13
Tuyau p48	99,7	100	-3,64	0,46	4,77
Tuyau p53	112,6	80	0,2	0,04	0,03
Tuyau p54	713,4	150	1,27	0,07	0,09
Tuyau 1	126,5	110	11,04	1,16	23,4
Tuyau 2	146,1	80	-0,26	0,05	0,05
Tuyau 3	10,43	100	10,26	1,31	32,5
Tuyau 4	68,39	110	0,53	0,06	0,04
Tuyau 5	283,3	200	20,14	0,64	2,08
Tuyau 6	99,38	80	-0,18	0,04	0,05
Tuyau 7	74,66	150	-2,76	0,16	0,21
Tuyau 11	59,41	200	-13,95	0,44	1,96
Tuyau 12	60,83	80	-1,94	0,39	4,42
Tuyau 13	46,36	80	-1,84	0,37	3,99
Tuyau 14	69,85	100	0,12	0,02	0,01
Tuyau 18	3,15	200	3,22	0,1	0,07
Tuyau 19	88,28	90	0,16	0,02	0,02
Tuyau 21	283,3	250	23,86	0,49	0,96
Tuyau 22	81,37	150	8,73	0,49	3,34
Tuyau 23	423,7	90	3,09	0,49	5,87
Tuyau 24	112,5	80	0,2	0,04	0,03
Tuyau 16	444,5	150	10,83	0,61	4,99
Tuyau 17	221,1	100	0,39	0,05	0,08
Tuyau 15	44,01	80	0,71	0,14	0,68
Tuyau 20	47,88	80	-1,4	0,28	2,4
Tuyau 25	64,63	200	3,76	0,12	0,17
Tuyau 26	233	100	2,78	0,35	2,89
Tuyau 27	48,31	200	-15,32	0,49	2,33

Tab III. 19: Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie

(Zone II-III-IV)

ID Arc	Longueur	Diamètre Nominal	Débit	Vitesse	Pert de Charge
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau p4	50,69	63	0,1	0,03	0,02
Tuyau p7	51,3	80	0,1	0,02	0,01
Tuyau p9	71,38	80	0,14	0,03	0,01
Tuyau p12	17,11	315	39,05	0,5	0,6
Tuyau p13	322,5	315	38,12	0,49	0,58
Tuyau p14	151,1	32	0,29	0,36	4,71
Tuyau p15	88,32	315	36,76	0,47	0,54
Tuyau p17	287,9	50	0,55	0,68	15,51
Tuyau p18	54,27	90	4,58	0,72	5,74
Tuyau p19	275,3	90	0,96	0,15	0,32
Tuyau p20	316,5	90	-2,02	0,32	1,26
Tuyau p22	289,9	90	-0,24	0,04	0,02
Tuyau p23	54,84	90	-2,87	0,45	2,42
Tuyau p25	225,8	90	-0,02	0	0
Tuyau p26	195,1	90	0,37	0,06	0,06
Tuyau p29	112,6	90	0,3	0,05	0,04
Tuyau p30	170,8	315	25,99	0,33	0,28
Tuyau p31	100,7	90	0,19	0,03	0,02
Tuyau p32	101	400	25,07	0,2	0,08
Tuyau p33	144,1	160	7,39	0,37	0,75
Tuyau p34	431,9	125	2,04	0,17	0,23
Tuyau p35	26,37	40	2,35	1,87	86,93
Tuyau p36	93,26	40	0,18	0,14	0,73
Tuyau p39	87,03	40	0,17	0,13	0,64
Tuyau p41	53,49	40	0,1	0,08	0,26
Tuyau p43	87,35	40	0,17	0,13	0,65
Tuyau p44	128,3	40	0,25	0,19	1,32
Tuyau p46	54,47	90	-0,02	0	0
Tuyau p48	46,86	90	0,09	0,01	0
Tuyau p50	169,9	125	1,63	0,13	0,15

Tuyau p53	185,8	90	0,36	0,06	0,04
Tuyau p54	43,32	125	-4,17	0,34	0,87
Tuyau p56	54,86	400	0,11	0	0
Tuyau 1	1307	315	40,44	0,52	0,65
Tuyau 4	12,87	315	-39,53	0,51	0,62
Tuyau 2	59	90	7,42	1,17	14,05
Tuyau 3	433	250	-9,46	0,19	0,13
Tuyau 6	56,07	90	-1,71	0,27	0,93
Tuyau 7	252,3	90	-0,81	0,13	0,23
Tuyau 8	8,292	90	-1,22	0,19	0,49
Tuyau 9	56,43	90	-1,86	0,29	1,08
Tuyau 10	98,73	40	0,19	0,15	0,82
Tuyau 11	14,49	40	-1,92	1,53	59,52
Tuyau 13	9,322	40	1,49	1,19	37,47
Tuyau 14	27,23	40	1,09	0,87	20,96
Tuyau 16	2,369	40	-0,83	0,66	12,6
Tuyau 17	8,522	125	-1,21	0,1	0,09
Tuyau 18	106,1	90	0,2	0,03	0,02
Tuyau 12	131,44	315	40	0,51	0,63
Tuyau 15	110,311	63	0,21	0,07	0,1
Tuyau 5	82,83	90	-0,69	0,11	0,15
Tuyau p52	64,63	125	3,25	0,26	0,55
Tuyau p49	36,96	90	1,1	0,17	0,36

Maintenant on s'intéresse à l'état des nœuds dans le réseau.

Tab III. 20: Charges et pression dans le réseau existant en cas de pointe + incendie (Zone I)

ID Nœud	Altitude (m)	Charge (m.c.e)	Pression (m.c.e)
Nœud n3	49,56	72,14	22,58
Nœud n6	45,20	72,12	26,91
Nœud n7	46,79	72,12	25,33
Nœud n8	43,32	72,11	28,79
Nœud n9	43,46	71,89	28,42
Nœud n11	40,54	71,77	31,23
Nœud n12	42,27	71,8	29,53
Nœud n15	41,37	72,11	30,73

Nœud n16	37,25	71,77	34,51
Nœud n17	44,93	71,92	26,98
Nœud n18	39,14	71,69	32,54
Nœud n20	36,98	71,68	34,69
Nœud n21	35,81	71,68	35,86
Nœud n22	34,89	70,78	35,88
Nœud n23	22,95	70,83	47,88
Nœud n25	37,52	71,5	33,98
Nœud n27	30,25	71,5	41,25
Nœud n31	17,39	70,8	53,4
Nœud n33	11,91	70,8	58,88
Nœud n34	40,65	70,3	29,64
Nœud n37	31,59	67,33	35,74
Nœud n38	38,23	67,34	29,1
Nœud n40	39,25	67	27,74
Nœud n41	39,35	67	27,65
Nœud n42	38,72	67	28,27
Nœud n43	38,89	67	28,11
Nœud n44	43,26	65,11	21,84
Nœud n45	42,96	70,51	27,55
Nœud n48	51,72	72,73	21
Nœud n49	50,58	72,73	22,14
Nœud n56	37,42	64,24	26,81
Nœud n57	30,66	63,91	33,25
Nœud n58	24,43	64,17	39,74
Nœud n70	22,17	70,79	68,61
Nœud n71	51,28	72,73	21,44
Nœud n74	44,23	72,1	27,87
Nœud n75	47,14	70,45	23,3

Tab III. 21: Charges et pression dans le réseau existant en cas de pointe + incendie

(Zone II-III-IV)

	Altitude	Charge	Pression
ID Nœud	m	m.c.e	m.c.e
Nœud n7	60,05	195,16	135,1
Nœud n8	61,33	195,16	133,82

Nœud n10	53,12	195,07	141,95
Nœud n11	54,53	195,07	140,54
Nœud n13	55,29	195,06	139,76
Nœud n14	45,51	195,06	149,54
Nœud n15	50,30	195,05	144,75
Nœud n19	51,91	195,07	143,15
Nœud n20	36,30	194,87	158,57
Nœud n21	44,64	194,16	149,51
Nœud n22	38,03	194,82	156,79
Nœud n23	73,80	193,93	120,13
Nœud n24	75,13	194,76	119,63
Nœud n25	49,15	190,3	141,14
Nœud n26	80,03	193,62	113,59
Nœud n27	84,70	193,53	108,83
Nœud n30	90,43	193,48	103,05
Nœud n31	87,03	193,49	106,45
Nœud n34	95,66	193,42	97,76
Nœud n35	93,78	193,42	99,64
Nœud n36	76,99	193,41	116,42
Nœud n40	94,00	193,43	99,42
Nœud n41	44,26	194,77	150,51
Nœud n42	46,50	194,77	148,26
Nœud n43	46,77	194,76	147,99
Nœud n44	53,55	194,66	141,1
Nœud n45	57,72	194,56	136,83
Nœud n46	59,59	192,26	132,67
Nœud n47	59,23	192,2	132,96
Nœud n49	61,88	191,32	129,43
Nœud n50	60,12	191,4	131,28
Nœud n52	61,61	191,05	129,44
Nœud n53	61,12	191	129,87
Nœud n55	63,76	190,48	126,72
Nœud n56	62,85	190,47	127,61
Nœud n59	64,27	190,45	126,18
Nœud n60	65,18	190,4	125,21
Nœud n61	68,74	190,28	121,54

Nœud n64	57,84	194,56	136,71
Nœud n65	54,71	194,56	139,84
Nœud n67	58,71	194,57	135,85
Nœud n68	60,37	194,57	134,2
Nœud n70	60,19	194,58	134,39
Nœud n72	52,86	194,56	141,69
Nœud n74	56,45	194,62	138,16
Nœud n75	50,65	194,61	143,95
Nœud n77	47,00	194,76	147,76

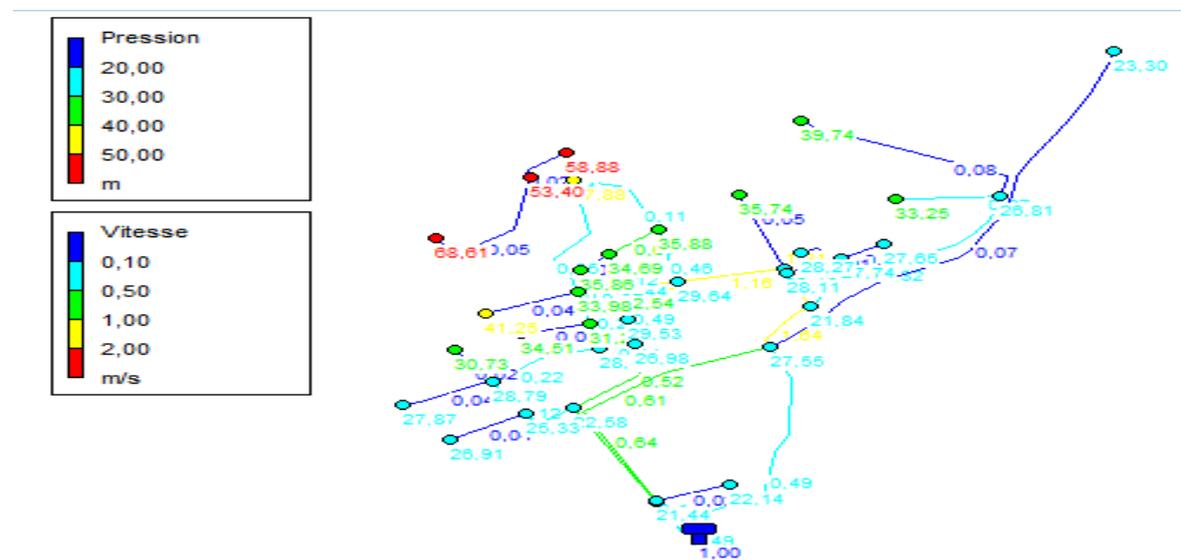


Figure III.3: Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe + incendie (Zone I)

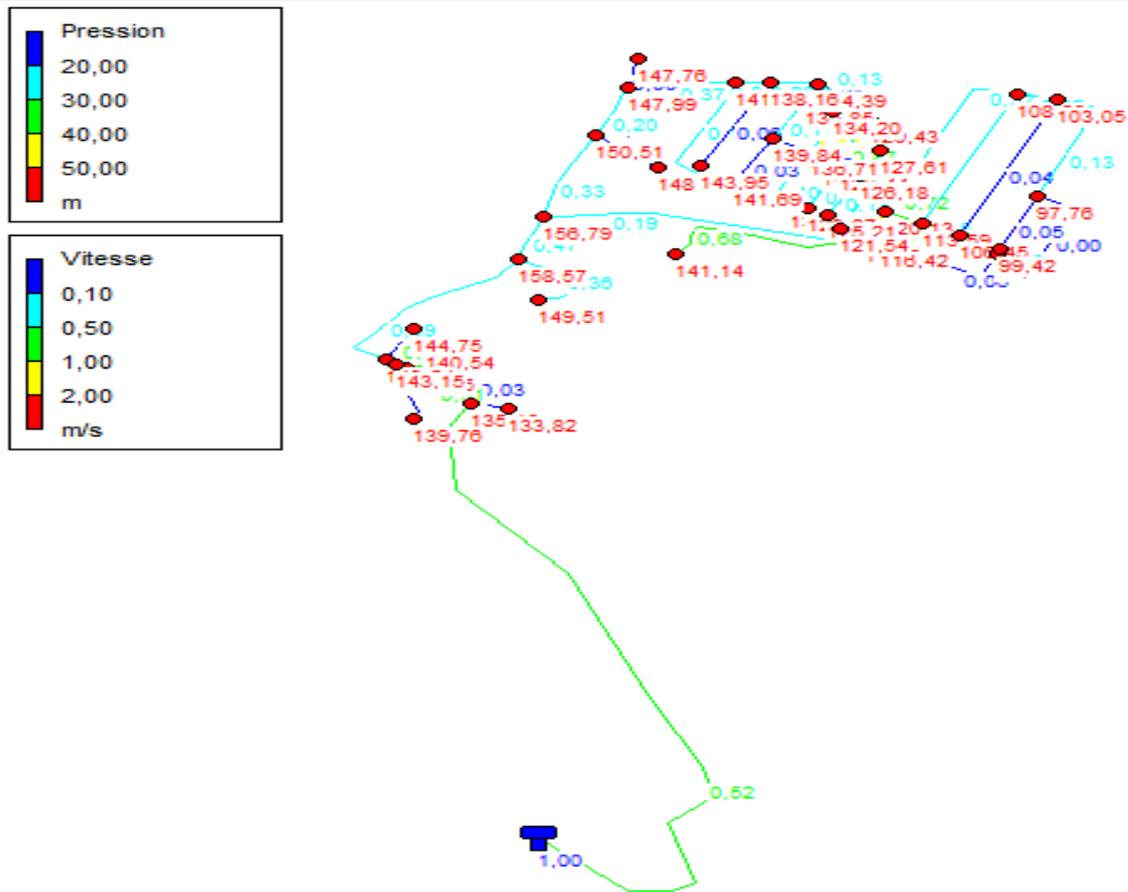


Figure III.4: Pressions et vitesses dans le réseau existant cas de pointe + incendie (Zone II-III-IV)

III.9 Interprétation des résultats

Après avoir réalisé la simulation du fonctionnement du réseau de distribution d'El kerma, on a pu constater que :

• En cas de pointe

Pour (Zone I) :

Plus que la moitié du réseau avoir des vitesses très faibles. Les pressions aux nœuds sont bonnes en générale sauf nœud (N70), ou on remarque une forte pression encas de pointe.

Pour (Zone II-III-IV) :

La moitié du réseau avoir des vitesses très faibles, et a environ des vitesses exagérant sur les conduites (p35), (11). Les pressions aux nœuds sont mauvis en générale (plus de 90 mce) ou on remarque une forte pression encas de pointe.

• En cas de pointe + incendie

Après avoir ajouté un débit concentré de 17 l/s au nœud défavorable N44 pour (Zone I), N43 pour (Zone II-III-IV), on a remarqué une diminution des valeurs de pression.

III.10 Conclusion :

La simulation nous a permis de voir le comportement du réseau actuel en cas de pointe et pointe + incendie, on a constaté que dans la majorité des tranches les vitesses sont très faibles ce qui peut avoir pour conséquence une altération de la qualité de l'eau car n'étant pas acheminée assez rapidement, l'eau peut stagner et donc se détériorer et causer de dépôts, d'autre part les vitesses sont surévaluées dans (p35),(11) pour (Zone II-III-IV) du réseau ce qui peut provoquer les risques de corrosion-érosion vu la nature des matériaux. Le réseau ne permet pas de faire face à l'incendie se déclenchant en période de pointe, surtout dans la zone défavorable, Les pressions dans le réseau ne reflètent pas vraiment la réalité, puisque l'état physique du réseau est dégradé et est très fuyard, nous avons pu conclure que le réseau devra être rénové.

CHAPITRE IV :
Etude du stockage

IV.1 Introduction

Le stockage de l'eau est un composant essentiel du système d'alimentation en l'eau potable, il se fait par l'intermédiaire d'une enveloppe qui contient l'eau et qui relie l'adduction au réseau de distribution. Dans notre cas d'étude on va vérifier la suffisance des réservoirs existants et projeter d'autres si nécessaire.

IV.2 Les rôles des réservoirs

Les réservoirs assurent une multitude de fonction, on peut citer :

- La régulation du débit : le réservoir permet d'adapter la production à la consommation

- La régularisation des pressions : le réservoir est un régulateur de pression puisque sa

Charge conditionne les pertes de charge dans le réseau

- Le réservoir assure une fonction de sécurité d'approvisionnement dans l'éventualité d'un

Incendie sur les équipements d'alimentation du réseau de distribution (pollution, rupture

D'une canalisation, interruption de l'alimentation en énergie)

- L'emmagasinement de l'eau pendant les heures creuses de consommations et restitution

Pendant les heures où la consommation devient importante

Une brise charge dans le cas d'une distribution étagée

- Le traitement de l'eau : les réservoirs disposés à l'aval immédiat des stations de traitement

Assure un temps de contact suffisant entre l'agent désinfectant et l'eau, garantissant une désinfection adéquate avant la distribution

- Réduction des dépenses d'énergie : le réservoir permet de privilégier le pompage pendant des heures donc de plus faible coût de l'énergie [1]

IV.3 Emplacement des réservoirs

Afin d'assurer un emplacement optimal du réservoir nous devons prendre en considération les points suivants :

- ✓ Pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité (à une cote plus haute que la prise d'eau) ce qui n'est pas le cas du réservoir Brisonnier.

- ✓ L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- ✓ La cote radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau ce qui est respecté dans notre ville.
- ✓ L'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés avec une pression suffisante en tout point du réseau.

IV.4. Classification des réservoirs

On peut classer les réservoirs en plusieurs catégories :

➤ **D'après la nature des matériaux de construction, on distingue :**

- Les réservoirs métalliques
- Les réservoirs en maçonnerie
- Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint

➤ **D'après la situation des lieux, ils peuvent être :**

- Enterrées
- Semi-enterrés
- Surélevés

➤ **D'après leurs formes :**

- Circulaires
- Rectangulaires
- Ou d'une forme quelconque [1]

IV.5. Equipements des réservoirs d'alimentation

Le réservoir doit comporter les équipements :

- **Une conduite d'arrivée ou d'alimentation** : Cette conduite, du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer le brassage qui permet le renouvellement de l'eau ; L'extrémité de cette dernière est munie d'un dispositif qui obture la conduite quand le niveau atteint son niveau maximal [1].

- **Une conduite de départ ou de distribution** : cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à quelques centimètres au-dessus du radier pour éviter l'entrée des matières en suspensions [1]; L'extrémité de cette dernière est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex et d'une vanne à survitesse.
- **Une conduite de trop plein** : Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir en cas où une pompe ne s'arrête pas ; L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve [1].
- **Une conduite de vidange** : Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation ; Elle est munie d'un robinet- vanne, et se raccorde généralement à la conduite de trop- plein. Le robinet-vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable [1].
- **Une conduite by-pass** [1]: C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ, elle fonctionne uniquement quand le réservoir est isolé pour son entretien.
- **Un système de matérialisation d'incendie** : C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement, une fois le niveau de la réserve atteint [1].

Nous distinguons :

- Le système à deux prises: Ce système est très rarement utilisé du fait que la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.
 - Le système à siphon: Ce système a l'avantage de renouveler constamment la réserve d'incendie.
-
- **Autres équipements à prévoir dans les réservoirs** : comme :
 - Une fenêtre d'aération : permettant l'entrée et la sortie de l'air lors du remplissage et la vidange du réservoir.
 - Un accès pour le nettoyage de la cuve
 - Une chambre de vanne
 - Un trop plein pour l'évacuation de l'excédent d'eau ainsi qu'une galerie de vidange au fond
 - Une fermeture par flotteur de l'alimentation
 - Un capteur de niveau d'eau dans le réservoir

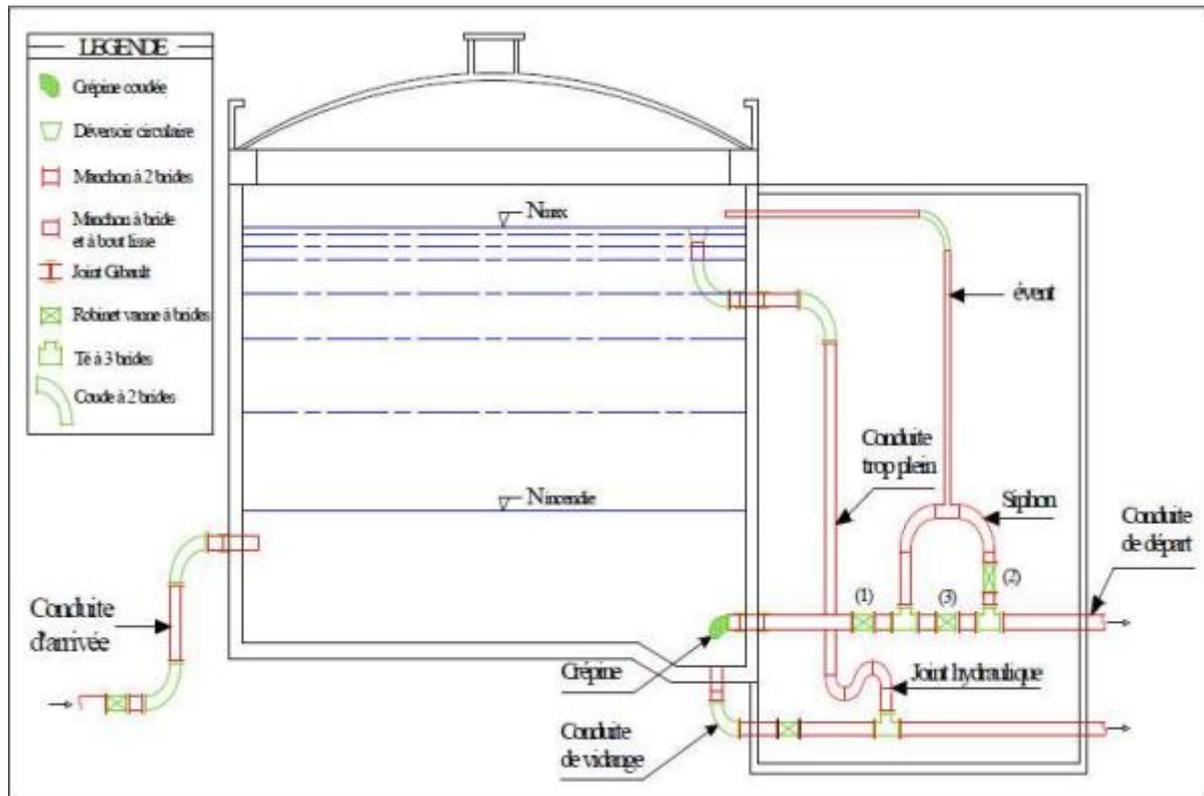


Figure IV.1: équipements du réservoir

IV.6. Entretien des réservoirs

- Les structures du réservoir doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne toutes les fissures éventuelles que les phénomènes de corrosions sur les parties métalliques en raison de l'atmosphère humide qui y règne [4].
- Un soin particulier est à apporter au nettoyage des cuves ; opération comportant plusieurs étapes telles que :
 - Isolement et vidange de la cuve.
 - Elimination des dépôts sur les parois.
 - Examen et réparations éventuelles des parois.
 - Désinfection à l'aide des produits chlorés.

Pour des raisons d'hygiène et de sécurité le réservoir doit être :

- Couverts pour être protégé contre les variations de températures et la pénétration de corps étrangers

- Éclairé par des ouvertures munies de plaque de verre ;
- Étanche

IV.7. Recommandations diverses

- Limiter l'entrée de la lumière naturelle pour éviter les risques de prolifération d'algues.
- Éviter l'élévation de la température de l'eau par une bonne isolation thermique (talutage, pare-soleil), et ceci pour limiter l'activité biologique et protéger la structure contre les microfissurations.
- Aménager des évacuations pour les eaux pluviales.
- Prévoir des accès au réservoir empruntable par des véhicules en toute saison.
- le renouvellement de l'étanchéité extérieure afin de parer à toute infiltration d'eau pouvant contaminer l'eau stockée,
- la mise en œuvre d'une isolation thermique afin de maintenir à l'intérieur de l'ouvrage une température constante proche de celle de l'eau emmagasinée,
- la réfection du revêtement de la surface intérieure en contact avec l'eau potable
- la séparation de la réserve d'eau et de la chambre à vannes,
- la modification du système d'aération de la cuve (élimination des chapeaux d'aération au-dessus du plan d'eau et mise en place d'un système d'aération avec bouche murale, filtres et gaines d'aération horizontales),
- la modification de l'accès aux cuves pour faciliter le travail du personnel en charge des travaux d'entretien,
- le renouvellement de la tuyauterie et de la robinetterie

IV.8.Vérification du stockage

IV.8.1 .Calcul de la capacité de stockage du réservoir

Afin de vérifier de l'état du stockage dans notre réservoir nous devons prendre en compte l'évolution de la population et ses habitudes de consommation par ailleurs la capacité d'un réservoir est estimée selon deux méthodes :

a) La méthode graphique

Cette méthode tient compte de la courbe de consommation totale (intégrale) et de la courbe d'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déduite à partir des extrêmes des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports [4], [1].

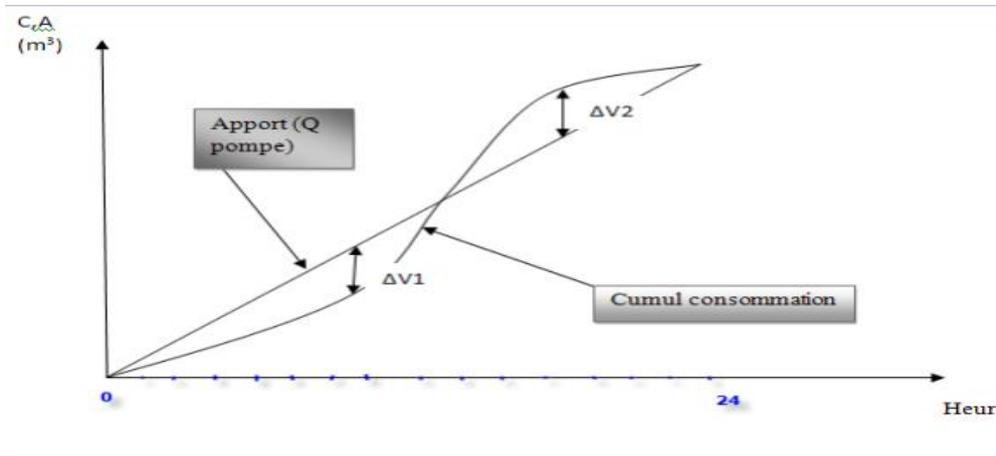


Figure IV.2: graphe de consommation en fonction de l'apport.

b) La méthode analytique

Connaissant le régime de consommation de l'agglomération ainsi que le régime de travail de la station de pompage, nous déterminons analytiquement la capacité du réservoir. En conséquence, la capacité sera déduite à partir des résidus entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure pendant 24 heures comme le montre le tableau Le volume utile est donnée par :

$$V_u = \frac{a(\%) \times Q_{\max,j}}{100} \dots \dots \dots \text{(IV-1)}$$

Avec :

a% : représente le maximum des restes de $Q_{\max,j}$.

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

Le volume total détermine en ajoutant le volume d'incendie au volume utile :

$$VT = Vu + Vinc..... (IV-2)$$

Remarque :

Vu que l'alimentation des réservoirs se fait par pompage, les coefficients de l'apport dépendent des heures de refoulement :

- 4h d'arrêt de pompage : de 00h jusqu'à 4h du matin, le coefficient de l'apport égale à 0%.
- 20h de pompage: de 4h jusqu'à minuit, le coefficient de l'apport égale à 5%.

En ayant les coefficients horaires de consommation de chaque partie, on diminue ces derniers des coefficients de l'apport :

- Si c'est positif, ceci sera considéré comme stockage.
- Si c'est négatif, ceci sera considéré comme distribution.

On calcule ensuite le reste, et de là on tire les maximums des valeurs positives et négatives, et c'est ainsi qu'on calcule la fraction horaire « a »

Une fois la fraction estimée, on calcule le volume régulation, et on lui ajoute le volume d'incendie.

Tableau(IV.1) : calcul de la capacité du réservoir pour (Zone I) :

Heure	Consommation (%)	Apport (%)	Arrivée au réservoir (%)	Départ du réservoir (%)	Reste dans le réservoir(%)
0—1	1.00	0	-	1	7.5
1—2	1.00	0	-	1	6.5
2—3	1.00	0	-	1	5.5
3—4	1.00	0	-	1	4.5
4—5	2.00	5	3	-	7.5
5—6	3.00	5	2	-	9.5
6—7	5.00	5	0	0	9.5
7—8	6.50	5	-	1.5	8
8—9	6.50	5	-	1.5	6.5
9—10	5.50	5	-	0.5	6
10—11	4.50	5	0.5	-	6.5
11—12	5.50	5	-	0.5	6

12—13	7.00	5	-	2	4
13—14	6.50	5	-	1.5	2.5
14—15	5.50	5	-	0.5	2
15—16	4.50	5	0.5	-	2.5
16—17	5.00	5	0	0	2.5
17—18	6.50	5	-	1.5	1
18—19	6.50	5	-	1.5	-0.5
19—20	5.00	5	0	0	-0.5
20—21	4.50	5	0.5	-	0
21—22	3.00	5	2	-	2
22—23	2.50	5	2.5	-	4.5
23—24	1.00	5	4	-	8.5

D’où :

$$V_{\text{utile}} = \frac{9.5}{100} \times 1672.33 = 158.87 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{utile}} + V_{\text{incendie}} = 158.87 + 120 = 278.87 \text{ m}^3$$

Le volume nécessaire pour le stockage est de 278.87 m³ donc le réservoir existant suffit largement pour répondre aux besoins des consommateurs.

Tableau(IV.2) : calcul de la capacité du réservoir pour (Zone II-III-IV) :

Heure	Consommation (%)	Apport (%)	Arrivée au réservoir (%)	Départ du réservoir (%)	Reste dans le réservoir(%)
0—1	1.00	0	-	1	7.5
1—2	1.00	0	-	1	6.5
2—3	1.00	0	-	1	5.5
3—4	1.00	0	-	1	4.5
4—5	2.00	5	3	-	7.5
5—6	3.00	5	2	-	9.5
6—7	5.00	5	0	0	9.5
7—8	6.50	5	-	1.5	8
8—9	6.50	5	-	1.5	6.5
9—10	5.50	5	-	0.5	6
10—11	4.50	5	0.5	-	6.5
11—12	5.50	5	-	0.5	6

12—13	7.00	5	-	2	4
13—14	6.50	5	-	1.5	2.5
14—15	5.50	5	-	0.5	2
15—16	4.50	5	0.5	-	2.5
16—17	5.00	5	0	0	2.5
17—18	6.50	5	-	1.5	1
18—19	6.50	5	-	1.5	-0.5
19—20	5.00	5	0	0	-0.5
20—21	4.50	5	0.5	-	0
21—22	3.00	5	2	-	2
22—23	2.50	5	2.5	-	4.5
23—24	1.00	5	4	-	8.5

D'où :

$$V_{\text{utile}} = \frac{9.5}{100} \times 2082 = 197.79 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{utile}} + V_{\text{incendie}} = 197.79 + 120 = 317.79 \text{ m}^3$$

Le volume nécessaire pour le stockage est de 317.79 m³ donc le réservoir existant suffit largement pour répondre aux besoins des consommateurs.

IV.9 Conclusion :

D'après ce chapitre, nous remarquons que les réservoirs ont un rôle très important (stockage et distribution) ; pour cela ils nécessitent une surveillance régularisée et un entretien périodique concernant le nettoyage de la cuve. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser (assurant l'étanchéité) afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.

CHAPITRE V :
RESEAU PROJETER

V.1 Introduction

La réhabilitation d'un réseau d'alimentation en eau potable a pour objectif de remédier aux dysfonctionnements rencontrés sur le réseau, en apportant des solutions adéquates sur les différentes composantes du réseau, afin d'optimiser son fonctionnement. Dans cette partie, nous apportons des solutions aux différents problèmes rencontrés sur le réseau de la commune d'El Kerma diagnostiqué dans le chapitre précédent. On va faire le dimensionnement du réseau à l'horizon de 2051 tout en assurant les débits et les pressions

V.2 Choix du type de réseau

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue trois schémas de Réseaux de distribution (les réseaux ramifiés, les réseaux maillés et les réseaux combinés (Ramifiés + maillés). Le réseau de distribution le plus adéquat a notre agglomération est le réseau combiné ce dernier doit :

- Assurer la distribution en eau en tout point du réseau avec une pression suffisante.
- Être le plus technico économique possible [4],[1].

V.3 Principe du tracé du réseau

Le tracé se fait comme suit :

- Il faut repérer les consommateurs importants
- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante.
- Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs. • Suivant ce sens, tracer les conduites principales en parallèle.
- Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau.
- Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des mailles.

V.4 Choix des matériaux des conduites

Le choix du matériau utilisé en fonction de la pression, l'agressivité de l'eau et du sol, L'ordre économique (cout, disponibilité sur le marché), ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes . . .). Après une première expérimentation dans les branchements, les hydrauliciens n'ont pas tardé à généraliser

l'utilisation des tubes en polyéthylène haute densité (PEHD) dans les réseaux de distribution d'eau potable et dans les réseaux d'adduction. La bonne tenue à la pression pendant toute leur durée d'exploitation et la parfaite étanchéité par rapport aux fuites (le taux de fuite le plus bas par rapport à tous les matériaux connus) [1].

Les avantages

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe.
- Disponibilité sur le marché.
- Facilité de pose (grande flexibilité). Possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres.
- Fiabilité au niveau de branchements (réduction de risque de fuite).
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible).
- Insensibilité aux mouvements de terrain.
- Durée de vie de 50 ans a une température de 20° c.

Les inconvénients

- Nécessite une grande technicité pour la jonction

V.5 Calcul hydraulique de réseau de distribution

Le calcul de réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants [2], [1] :

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

a. Détermination des débits

• Débit spécifique

On suppose que les besoins soient uniformément répartis sur toute la longueur, la formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pte}}{\sum L_i} \quad (V-1)$$

Avec :

Q_{pte} : Débit de pointe (l/s).

$\sum Li$: La somme des longueurs des tronçons véhiculant le débit (m).

Pour (Zone I) :

$$Q_{sp} = 32.67/5376,08$$

$$Q_{sp} = 0.00608 \text{ (l/s/ml)}$$

Pour (Zone II-III-IV) :

$$Q_{sp} = 40.483/6121.116$$

$$Q_{sp} = 0.00661 \text{ (l/s/ml)}$$

• Débit en route

Le débit en route est donné par la relation suivante :

$$Q_r = Q_{sp} * Li \text{ (l/s)} \dots \dots \dots \text{ (V-2)}$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml)

Li : Longueur du tronçon i (m)

• Débit nodal

Ils sont déterminés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = \frac{\sum Q_r}{2} + \sum Q_{conc} \text{ (l/s)} \dots \dots \dots \text{ (V-3)}$$

Avec :

$\sum Q_r$: La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s).

$\sum Q_{conc}$: La somme des débits concentrés aux nœuds i (l/s).

• Cas de pointe (Zone I)

Les résultats des calculs des débits nodaux en cas de pointe du réseau de distribution sont donnés dans le tableau V.1 :

Tab V. 1: Calcul des débits nodaux en cas de pointe Pour (Zone D):

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N3	P11	156.5	0.951	1.564
	3	283.3	1.722	
	8	74.66	0.454	
N5	9	71.84	0.437	0.985
	8	74.66	0.454	
	10	177.7	1.08	
N8	P5	141.2	0.858	1.636
	P9	72.9	0.443	
	30	252.4	1.534	
	9	71.84	0.437	
N9	16	44.01	0.267	0.708
	P5	141.2	0.858	
	17	47.88	0.291	
N12	18	43.78	0.266	0.46
	11	59.41	0.361	
	15	48.31	0.294	
N15	P9	72.9	0.443	0.222
N16	P10	81.56	0.496	0.711
	19	60.83	0.37	
	18	43.78	0.266	
	17	47.88	0.291	
N17	P10	81.56	0.496	0.248
N18	16	44.01	0.267	0.756
	P11	156.5	0.951	
	15	48.31	0.294	
N19	12	46.36	0.282	0.952
	P47	68.84	0.418	
	32	138.76	0.844	
	11	59.41	0.361	
N23	32	138.76	0.844	1.192
	P48	99.7	0.606	
	P15	153.6	0.934	
N24	P20	49.08	0.0298	1.324
	P15	153.6	0.934	

	P16	233	1.417	
N26	13	112.5	0.684	1.386
	P16	233	1.417	
	12	46.36	0.282	
	19	60.83	0.37	
N28	13	112.5	0.684	0.342
N32	21	221.1	1.344	1.044
	20	69.85	0.425	
	P20	49.08	0.298	
N34	20	69.85	0.425	0.212
N35	P47	68.84	0.418	0.897
	26	126.5	0.769	
	P48	99.7	0.606	
N38	25	146.1	0.888	0.444
N39	26	126.5	0.769	0.86
	27	10.43	0.063	
	25	146.1	0.888	
N41	28	68.39	0.416	0.208
N44	27	10.43	0.063	0.455
	P28	67.6	0.411	
	28	68.39	0.416	
N45	P29	96.58	0.587	1.408
	P37	315.2	1.916	
	P28	51.4	0.312	
N46	2	444.5	2.702	3.814
	P54	713.4	4.337	
	P29	96.58	0.587	
N48	6	3.15	0.019	1.629
	7	88.28	0.537	
	2	444.5	2.702	
N49	3	283.3	1.722	0.871
	6	3.15	0.019	
N50	7	88.28	0.537	0.268
N57	P37	315.2	1.916	1.428
	P38	120.8	0.734	
	23	30.4	0.185	

N58	P38	120.8	0.734	0.367
N59	24	269.9	1.641	0.82
N71	21	221.1	1.344	0.672
N76	P54	713.4	4.337	2.169
N78	30	252.4	1.534	0.766
N80	10	177.7	1.08	0.54
N87	23	30.4	0.185	1.112
	29	65.78	0.4	
	24	269.9	1.641	
N92	29	65.78	0.4	0.2

• **Cas de pointe plus incendie (Zone I)**

On suppose que l'incendie se déclenche pendant la période de pointe. Le débit d'incendie est considéré comme un débit concentré de 17 l/s. Dans notre cas, on suppose que l'incendie éclate au nœud N46 pour (Zone I) qui est le point le plus défavorable du réseau.

Tab V. 2: Calcul des débits nodaux en cas de pointe + incendie pour (Zone I) :

Nœuds	Tronçon	Longueur(m)	Qr(l/s)	Qn(l/s)	Qc(l/s)	Qn(T)(l/s)
N46	2	444.5	2.702	3.814	17	20.814
	P54	713.4	4.337			
	P29	96.58	0.587			

V.6. Détermination des diamètres et des vitesses

La répartition arbitraire des débits nous a permis de déterminer le débit circulant dans chaque tronçon, on peut donc estimer le diamètre équivalent à ce dernier. Pour le PEHD, le calcul de section de tube nécessaire pour véhiculer un débit déterminé est donné par le tableau des débits limites pour PEHD (voir annexe).

Tab V. 3: Diamètres utilisés des tubes en PEHD

D extérieur (mm)	D intérieur (mm)
32	28
40	35.2
50	44
63	55.4
75	66
90	79.2
110	96.8

125	110.2
160	141
200	176.2
250	220.4
315	277.6
400	352.6

V.7 Résultats de la simulation (Zone I)

La simulation du réseau se fera par le logiciel EPANET.

V.7.1 Cas de pointe (Zone I)

Tab V. 4: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe (Zone I):

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert de Charge m/km
Tuyau p5	141,2	79,2	1,87	0,39	5,43
Tuyau p9	72,9	44	0,26	0,2	2,66
Tuyau p10	81,56	44	0,3	0,22	3,27
Tuyau p11	156,5	176,2	20,19	0,83	10,32
Tuyau p15	153,6	96,8	4,59	0,63	13,29
Tuyau p20	49,08	96,8	4,79	0,66	14,62
Tuyau p28	67,6	96,8	5,02	0,69	9,07
Tuyau p29	96,58	79,2	-4,78	0,98	14,25
Tuyau p37	315,2	79,2	2,56	0,53	5,51
Tuyau p38	120,8	44	0,42	0,33	7,09
Tuyau p47	68,84	96,8	2.92	0,41	14,84
Tuyau p48	99,7	96,8	-5,08	0,7	16,19
Tuyau p54	713,4	141	11,62	0,75	18,36
Tuyau 1	283,3	220,4	18,72	0,5	5,07
Tuyau 3	283,3	141	19.62	1,26	22,42
Tuyau 4	81,37	141	10,02	0.65	17,32
Tuyau 5	423,7	79,2	3,89	0,65	4,28
Tuyau 6	3,15	55,4	-1,71	0,74	8,09
Tuyau 7	88,28	44	0,32	0,25	4,03
Tuyau 2	444,5	141	3,08	0,2	0,91
Tuyau 8	74,66	110,2	9,82	1,04	34,01
Tuyau 9	71,84	110,2	4,89	0,52	9,28

Tuyau 10	177,7	55,4	1,11	0,48	13,8
Tuyau 11	59,41	176,2	11,65	0,48	4,66
Tuyau 12	46,36	79,2	-3,22	0,66	14,7
Tuyau 13	112,5	44	0,42	0,3	5,92
Tuyau 15	48,31	176,2	19,21	0,79	11,55
Tuyau 16	44,01	79,2	3,71	0,76	18,71
Tuyau 17	47,88	79,2	1,52	0,32	6,5
Tuyau 18	43,78	79,2	-3,1	0,63	13,18
Tuyau 19	60,83	79,2	2,02	0,42	6,27
Tuyau 20	69,85	79,2	1,56	0,33	9,92
Tuyau 21	221,1	72,9	1,11	0,23	2,1
Tuyau 23	30,4	96,8	5,39	0,74	17,79
Tuyau 24	269,9	55,4	1,08	0,46	10,09
Tuyau 25	146,1	44	-0,36	0,25	3,24
Tuyau 26	126,5	110,2	10,42	1,1	37,45
Tuyau 27	10,43	55,4	3,55	1,49	64,57
Tuyau 28	68,39	44	0,47	0,33	0,8
Tuyau p16	233	96,8	-3,58	0,49	8,38
Tuyau 30	252,4	79,2	2,08	0,43	8,89
Tuyau 29	65,78	110,2	1,65	0,18	2,19
Tuyau 32	138,76	176,2	-8,24	0,34	4,27

Après avoir déterminé les vitesses et les pertes de charges dans les conduites, on passe maintenant aux nœuds afin de calculer les pressions et les charges :

Tab V. 5: Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe (Zone I):

	Altitude	Charge	Pression
ID Nœud	m	m.c.e	m.c.e
Nœud n3	49,56	66,21	26,65
Nœud n5	46,79	63,68	26,88
Nœud n8	43,32	63,01	29,69
Nœud n9	43,46	63,78	30,31
Nœud n12	40,12	64,04	23,92
Nœud n15	41,37	62,82	21,44
Nœud n16	39,96	63,46	23,5
Nœud n17	40,75	63,2	22,44
Nœud n18	44,93	64,6	29,66

Nœud n19	39,14	63,76	24,62
Nœud n23	34,89	63,17	28,27
Nœud n24	22,95	61,13	38,18
Nœud n26	37,52	63,08	25,56
Nœud n28	30,25	62,42	32,17
Nœud n32	17,39	60,41	41,01
Nœud n34	27,91	59,72	31,8
Nœud n35	40,65	64,79	24,13
Nœud n38	31,59	69,05	37,46
Nœud n39	38,23	69,52	31,29
Nœud n41	39,25	69,54	30,29
Nœud n44	38,89	70,2	31,31
Nœud n45	43,26	70,81	27,54
Nœud n46	42,96	72,19	29,22
Nœud n48	51,23	72,59	21,36
Nœud n49	50,12	72,56	22,44
Nœud n50	49,52	72,23	22,71
Nœud n57	37,42	69,07	31,65
Nœud n58	30,66	68,22	37,56
Nœud n59	24,43	65,81	41,38
Nœud n71	22,17	59,95	37,78
Nœud n76	27,14	59,09	31,94
Nœud n78	39,08	60,76	21,68
Nœud n80	36,01	61,22	25,21
Nœud n87	38,78	68,53	29,75
Nœud n92	34,14	68,39	34,25

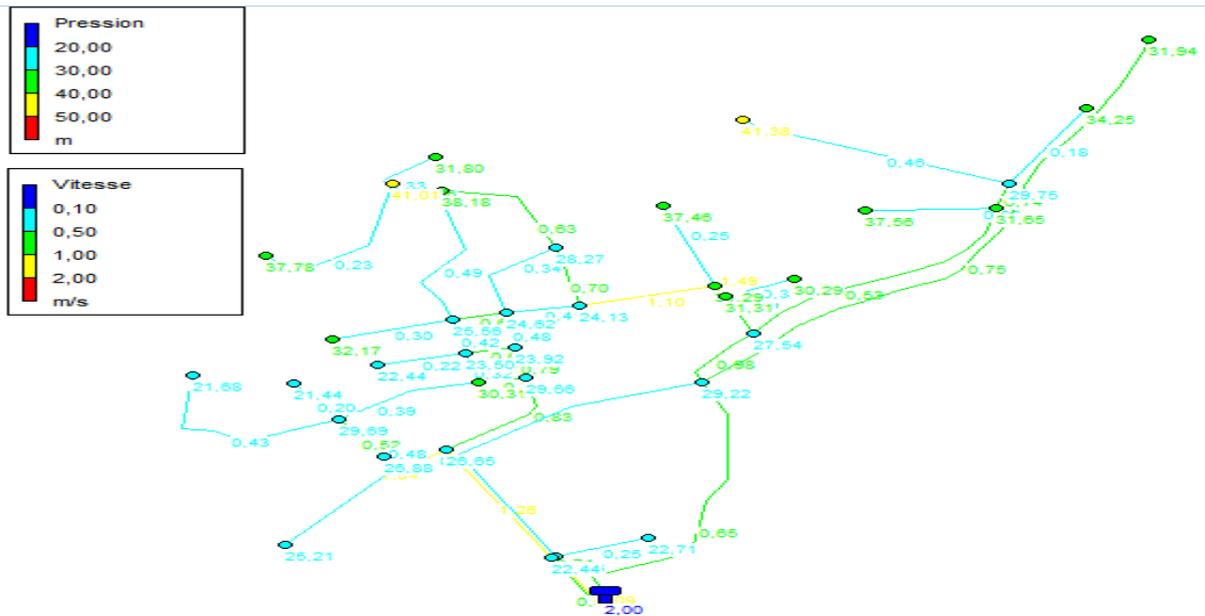


Figure V.1: Pressions et vitesses dans le réseau projeter cas de pointe (Zone I)

V.7.2 Cas de pointe plus incendie (Zone I)

Tab V. 6: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (Zone I) :

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert de Charge
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tuyau p5	141,2	79,2	1,79	0,37	5,02
Tuyau p9	72,9	44	0,27	0,2	2,66
Tuyau p10	81,56	44	0,3	0,22	3,27
Tuyau p11	156,5	176,2	21,13	0,87	11,37
Tuyau p15	153,6	96,8	4,37	0,6	12,27
Tuyau p20	49,08	96,8	4,81	0,66	14,62
Tuyau p28	67,6	96,8	4,52	0,62	7,45
Tuyau p29	96,58	79,2	-4,61	0,94	12,97
Tuyau p37	315,2	79,2	2,58	0,53	5,51
Tuyau p38	120,8	44	0,48	0,33	7,09
Tuyau p47	68,84	96,8	1,12	0,16	2,57
Tuyau p48	99,7	96,8	-4,21	0,58	11,27
Tuyau p54	713,4	141	11,68	0,75	18,36
Tuyau 1	283,3	220,4	24,67	0,65	7,33

Tuyau 3	283,3	141	20,42	1,31	24,05
Tuyau 4	81,37	141	18,93	1,21	25,27
Tuyau 5	423,7	79,2	6,07	1,22	13,63
Tuyau 6	3,15	55,4	1,58	0,67	6,68
Tuyau 7	88,28	44	0,34	0,25	4,03
Tuyau 2	444,5	141	10,22	0,66	8,37
Tuyau 8	74,66	110,2	10,02	1,06	34,98
Tuyau 9	71,84	110,2	5,01	0,53	9,82
Tuyau 10	177,7	55,4	1,11	0,48	13,8
Tuyau 11	59,41	176,2	13,11	0,54	5,77
Tuyau 12	46,36	79,2	-3,21	0,66	14,65
Tuyau 13	112,5	44	0,41	0,3	5,92
Tuyau 15	48,31	176,2	20,68	0,85	13,3
Tuyau 16	44,01	79,2	3,69	0,76	18,85
Tuyau 17	47,88	79,2	1,77	0,37	8,46
Tuyau 18	43,78	79,2	-3,1	0,64	13,53
Tuyau 19	60,83	79,2	2,17	0,45	7,06
Tuyau 20	69,85	79,2	1,57	0,33	9,92
Tuyau 21	221,1	79,2	1,09	0,23	2,1
Tuyau 23	30,4	96,8	5,39	0,74	17,79
Tuyau 24	269,9	55,4	1,07	0,46	10,09
Tuyau 25	146,1	44	-0,32	0,25	3,24
Tuyau 26	126,5	110,2	8,72	0,92	26,95
Tuyau 27	10,43	55,4	3,12	1,32	51,43
Tuyau 28	68,39	44	0,47	0,33	9,57
Tuyau p16	233	96,8	-3,77	0,52	9,24
Tuyau 30	252,4	79,2	2,08	0,43	8,89
Tuyau 29	65,78	110,2	1,67	0,18	2,19
Tuyau 32	138,76	176,2	-10,67	0,44	6,82

Après avoir déterminé les vitesses et les pertes de charges dans les conduites, on passe maintenant aux nœuds afin de calculer les pressions et les charges

Tab V. 7: Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie (Zone I):

	Altitude	Charge	Pression
ID Nœud	m	m.c.e	m.c.e
Nœud n3	49,56	65,11	25,54

Nœud n5	46,79	62,5	25,71
Nœud n8	43,32	61,79	28,47
Nœud n9	43,46	62,5	29,03
Nœud n12	40,12	62,69	22,56
Nœud n15	41,37	61,6	20,22
Nœud n16	39,96	62,1	22,13
Nœud n17	40,75	61,83	21,07
Nœud n18	44,93	63,33	28,39
Nœud n19	39,14	62,35	23,2
Nœud n23	34,89	61,4	26,5
Nœud n24	22,95	59,51	36,56
Nœud n26	37,52	61,67	24,14
Nœud n28	30,25	61	30,75
Nœud n32	17,39	58,8	39,4
Nœud n34	27,91	58,1	30,19
Nœud n35	40,65	62,52	21,86
Nœud n38	31,59	65,46	33,87
Nœud n39	38,23	65,93	27,69
Nœud n41	39,25	65,81	26,56
Nœud n44	38,89	66,47	27,58
Nœud n45	43,26	66,97	23,7
Nœud n46	42,96	68,22	25,26
Nœud n48	51,23	71,94	20,71
Nœud n49	50,12	71,92	21,8
Nœud n50	49,52	71,59	22,06
Nœud n57	37,42	65,24	27,81
Nœud n58	30,66	64,38	33,72
Nœud n59	24,43	61,97	37,54
Nœud n71	22,17	58,33	36,16
Nœud n76	27,14	55,13	27,98
Nœud n78	39,08	59,55	20,47
Nœud n80	36,01	60,05	24,03
Nœud n87	38,78	64,69	25,91
Nœud n92	34,14	64,55	30,41

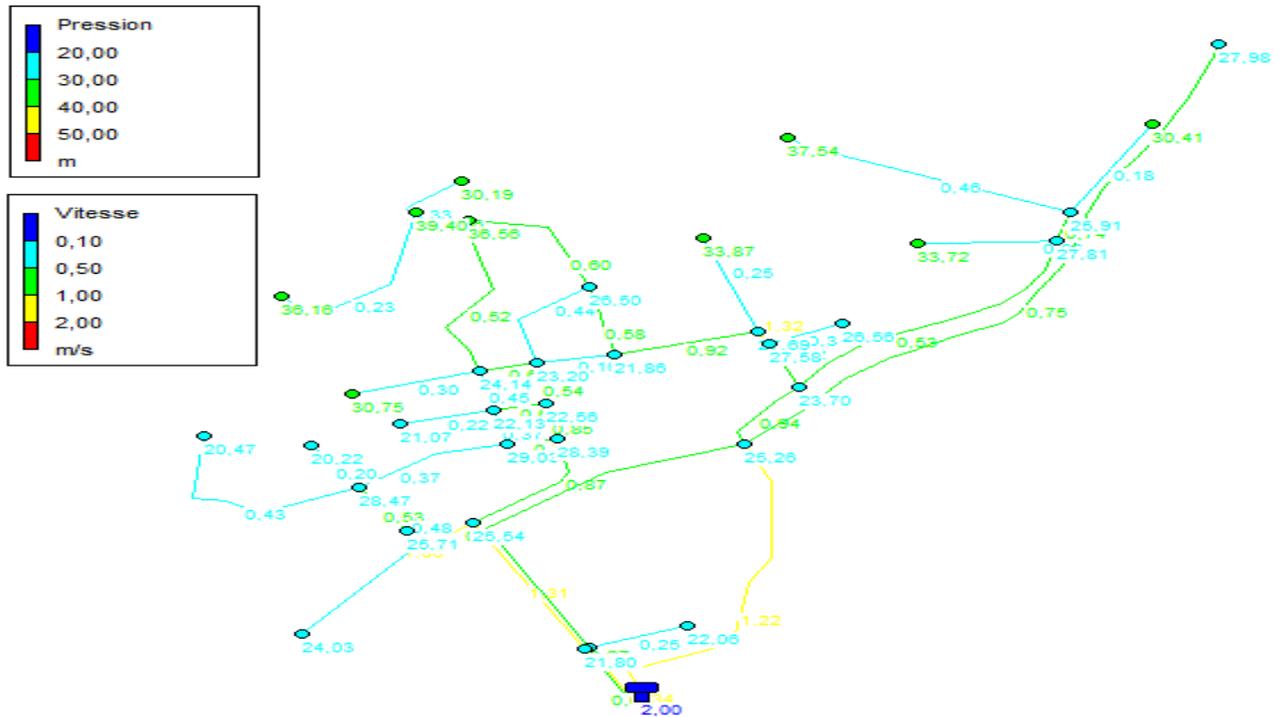


Figure V.2: Pressions et vitesses dans le réseau projeter cas de pointe plus incendie (Zone I)

• Cas de pointe (Zone II-III-IV)

Les résultats des calculs des débits nodaux en cas de pointe du réseau de distribution sont donnés dans le tableau V.8 :

Tab V. 8: Calcul des débits nodaux en cas de pointe Pour (Zone II-III-IV) :

Nœuds	Tronçon	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
N7	2	110.31	0.729	0.364
N17	2	110.31	0.729	1.87
	11	115.99	0.767	
N20	29	339.61	2.245	2.474
	P15	88.32	0.584	
	23	169.7	1.122	
	P14	151.1	0.998	
N21	P14	151.1	0.998	0.499
N22	P15	88.32	0.584	2.287
	P30	170.8	1.129	
	4	433	2.862	
	5	59	0.39	

N23	4	433	2.862	2.577
	P17	287.9	1.9	
N25	P17	287.9	1.9	0.95
N26	20	54.27	0.359	1.27
	19	275.3	1.82	
	21	54.84	0.362	
N27	P20	316.5	2.092	2.141
	19	275.3	1.82	
	6	59.07	0.37	
N30	6	56.07	0.37	1.987
	7	252.3	1.668	
	P22	289.9	1.916	
N31	21	54.84	0.362	1.326
	22	56.43	0.373	
	P22	289.9	1.916	
N34	18	112.6	0.744	1.952
	7	252.3	1.668	
	P25	225.8	1.492	
N35	17	8.292	0.055	1.418
	P26	195.1	1.289	
	P25	225.8	1.492	
N36	P26	195.1	1.289	0.645
N38	17	8.292	0.055	0.586
	18	112.6	0.744	
	22	56.43	0.373	
N41	P30	170.8	1.129	1.231
	P32	101	0.668	
	P31	100.7	0.666	
N42	P31	100.7	0.666	0.333
N43	P32	101	0.668	0.991
	P56	54.86	0.363	
	P33	144.1	0.952	
N44	P33	144.1	0.952	2.057
	P54	43.32	0.286	
	P34	431.9	2.855	
	13	8.522	0.056	

N45	P34	431.9	2.855	1.542
	P35	26.37	0.174	
N46	P35	26.37	0.174	0.453
	P36	93.26	0.616	
	8	14.49	0.096	
N47	P36	93.26	0.616	0.308
N49	9	98.73	0.653	0.326
N50	8	14.49	0.096	0.513
	32	38.921	0.257	
	9	98.73	0.653	
N59	32	38.921	0.257	0.841
	P44	128.3	0.848	
	P43	87.35	0.577	
N60	P43	87.35	0.577	0.289
N61	P44	128.3	0.848	0.424
N64	13	8.522	0.056	0.78
	P50	169.9	1.123	
	P46	54.47	0.36	
N65	14	338.47	2.237	1.694
	30	119.79	0.792	
	P46	54.47	0.36	
N70	24	64.63	0.427	1.181
	P50	169.9	1.123	
	30	119.79	0.792	
N74	P54	43.32	0.286	1.475
	24	64.63	0.427	
	14	338.47	2.237	
N77	P56	54.86	0.362	0.181
N80	11	115.99	0.767	0.955
	P58	173	1.143	
N81	P58	173	1.143	0.572
N83	23	169.7	1.122	0.561

• Cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV)

On suppose que l'incendie se déclenche pendant la période de pointe. Le débit d'incendie est considéré comme un débit concentré de 17 l/s. Dans notre cas, on suppose que l'incendie éclate au nœud N41 pour (Zone II-III-IV) qui est le point le plus défavorable du réseau.

Tab V.9: Calcul des débits nodaux en cas de pointe + incendie pour

(Zone II-III-IV) :

Nœuds	Tronçon	Longueur(m)	Qr(l/s)	Qn(l/s)	Qc(l/s)	Qn(T)(l/s)
N41	P30	170.8	1.129	1.231	17	18.231
	P32	101	0.668			
	P31	100.7	0.665			

V.8. Résultats de la simulation (Zone II-III-IV)

La simulation du réseau se fera par le logiciel EPANET.

V.8.1. Cas de pointe (Zone II-III-IV)

Tab V.10: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe

(Zone II-III-IV):

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert de Charge
ID Arc	m	mm	M3H	m/s	m/km
Tuyau p14	151,1	44	0,4	0,28	4,02
Tuyau p15	88,32	220,4	28,56	0,75	3,76
Tuyau p17	287,9	44	0,47	0,33	3,99
Tuyau p20	316,5	79,2	-2,76	0,57	10,98
Tuyau p22	289,9	79,2	-2,61	0,54	9,9
Tuyau p25	225,8	55,4	-0,67	0,3	5,82
Tuyau p26	195,1	79,2	1,72	0,36	6,47
Tuyau p30	170,8	277,6	38,67	0,64	4,08
Tuyau p31	100,7	44	0,43	0,29	5,64
Tuyau p32	101	277,6	34,46	0,57	3,31
Tuyau p33	144,1	141	16,51	1,06	15,81
Tuyau p34	431,9	110,2	6,25	0,66	14,59
Tuyau p35	26,37	44	1,61	1,09	36,73

Tuyau p43	87,35	44	0,35	0,26	4,34
Tuyau p44	128,3	44	0,51	0,37	8,82
Tuyau p46	54,47	79,2	-2,27	0,47	7,69
Tuyau p50	169,9	110,2	7,19	0,76	18,92
Tuyau p54	43,32	110,2	-6,65	0,7	7,44
Tuyau p56	54,86	352,6	42,9	0,44	21,94
Tuyau p58	173	55,4	0,74	0,32	5,18
Tuyau 2	110,311	55,4	0,46	0,21	2,24
Tuyau 4	433	220,4	27,05	0,71	4,99
Tuyau 5	59	79,2	2,71	0,56	3,17
Tuyau 6	56,07	79,2	1,85	0,38	5,26
Tuyau 7	252,3	79,2	1,86	0,38	6,96
Tuyau 8	14,49	44	1,23	0,83	22,03
Tuyau 9	98,73	44	0,44	0,29	5,42
Tuyau 13	8,522	110,2	-9,11	0,96	29,08
Tuyau 17	8,292	79,2	4,03	0,83	22,18
Tuyau 18	112,6	79,2	2,61	0,54	13,3
Tuyau 19	275,3	79,2	-2,65	0,55	10,48
Tuyau 20	54,27	79,2	-4,21	0,86	10,84
Tuyau 21	54,84	79,2	2,97	0,61	5,65
Tuyau 22	56,43	79,2	-6,65	1,36	55,46
Tuyau 23	169,7	44	0,42	0,32	4,99
Tuyau 24	64,63	110,2	12,25	1,29	38,94
Tuyau p36	93,26	44	0,39	0,27	4,88
Tuyau 29	339,61	277,6	35,02	0,58	1,87
Tuyau 30	119,79	79,2	4,12	0,85	23,33
Tuyau 32	38,921	44	1,31	0,88	32,96
Tuyau 11	115,99	277,6	36,87	0,61	2,08
Tuyau 14	338,47	79,2	-2,48	0,51	15,69
Tuyau 1	1335,32	277,6	-40,48	0,64	2,24

Après avoir déterminé les vitesses et les pertes de charges dans les conduites, on passe maintenant aux nœuds afin de calculer les pressions et les charges

Tab V.11: Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe (Zone II-III-IV):

ID Nœud	Altitude m	Charge m.c.e	Pression m.c.e
Nœud n13	55,29	107,52	38,23
Nœud n17	51,91	107,77	44,86
Nœud n20	36,30	107,14	48,83
Nœud n21	44,64	106,53	43,88
Nœud n22	38,03	106,8	38,77
Nœud n23	73,80	104,46	30,66
Nœud n24	75,13	104,65	29,51
Nœud n25	49,15	103,5	34,34
Nœud n26	80,03	103,87	33,83
Nœud n27	84,70	100,98	36,28
Nœud n30	90,43	100,69	30,26
Nœud n31	87,03	103,56	26,52
Nœud n34	95,66	98,93	33,27
Nœud n35	93,78	100,25	26,46
Nœud n36	76,99	98,99	31,99
Nœud n38	94,00	100,43	27,86
Nœud n41	44,26	106,11	41,84
Nœud n42	46,50	105,54	39,03
Nœud n43	46,77	105,77	39
Nœud n44	53,55	103,5	29,94
Nœud n45	57,72	97,2	39,48
Nœud n46	59,59	96,24	36,64
Nœud n47	59,23	95,78	36,55
Nœud n49	61,88	95,38	33,5
Nœud n50	60,12	95,92	37,35
Nœud n59	64,27	94,63	30,36
Nœud n60	65,18	94,26	29,07
Nœud n61	68,74	93,5	34,76
Nœud n64	57,84	97,45	39,61
Nœud n65	54,71	97,87	43,15
Nœud n70	60,19	100,67	40,48
Nœud n74	56,45	103,18	46,72
Nœud n77	47,00	104,57	37,56

Nœud n80	60,05	108,01	48,4
Nœud n81	62,33	107,12	44,78
Nœud n83	44,80	106,29	41,48

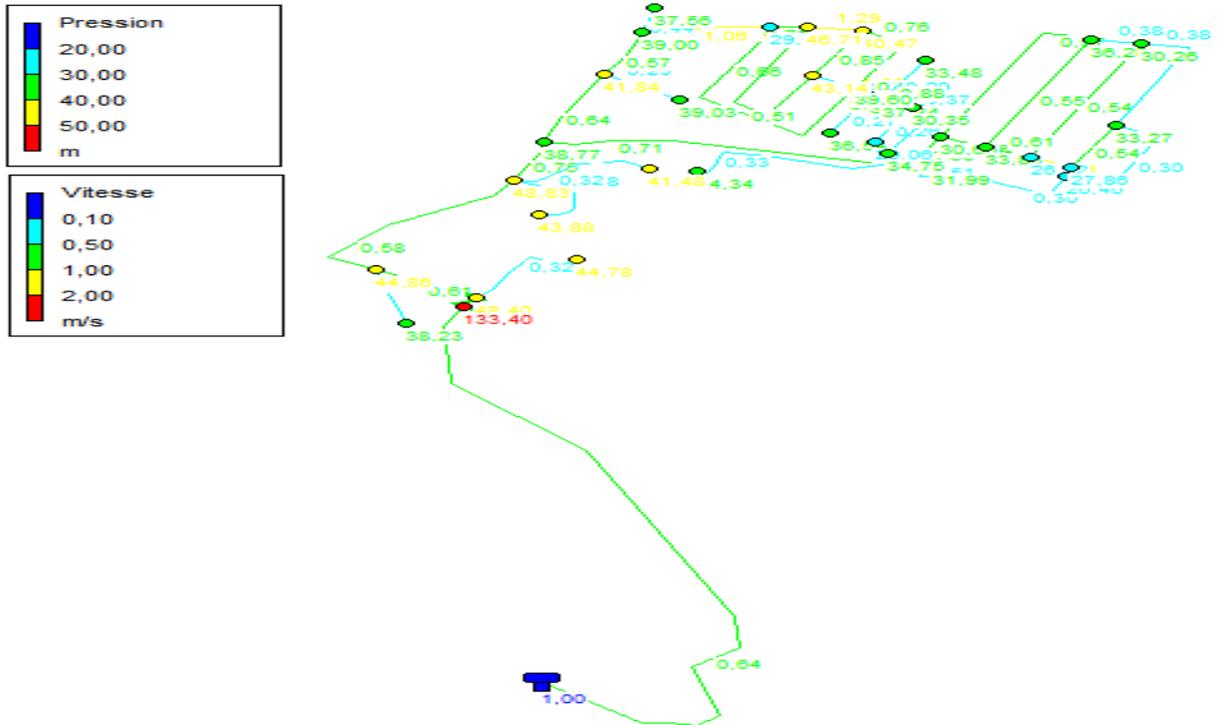


Figure V.3: Pressions et vitesses dans le réseau projeter cas de pointe (Zone II-III-IV)

V.8.2 Cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV)

Tab V.12: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV) :

	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert de Charge Unit.
ID Arc	m	mm	M3H	m/s	m/km
Tuyau p14	151,1	44	0,4	0,28	4,02
Tuyau p15	88,32	220,4	43,45	1,14	8,09
Tuyau p17	287,9	44	0,5	0,33	3,99
Tuyau p20	316,5	79,2	-2,74	0,57	10,98
Tuyau p22	289,9	79,2	-2,64	0,54	9,9
Tuyau p25	225,8	55,4	-0,69	0,3	5,82
Tuyau p26	195,1	79,2	1,72	0,36	6,47
Tuyau p30	170,8	220,4	51,45	1,38	17,04
Tuyau p31	100,7	44	0,42	0,29	5,64
Tuyau p32	101	352,6	52,7	0,57	3,31

Tuyau p33	144,1	141	16,51	1,06	15,78
Tuyau p34	431,9	110,2	6,22	0,66	14,57
Tuyau p35	26,37	44	1,6	1,09	36,73
Tuyau p43	87,35	44	0,34	0,26	4,34
Tuyau p44	128,3	44	0,52	0,37	8,82
Tuyau p46	54,47	79,2	2,28	0,47	7,69
Tuyau p50	169,9	110,2	7,2	0,76	18,93
Tuyau p54	43,32	110,2	-6,65	0,7	7,42
Tuyau p56	54,86	352,6	42,94	0,44	21,94
Tuyau p58	173	55,4	0,73	0,32	5,18
Tuyau 2	110,311	55,4	0,47	0,21	2,24
Tuyau 4	433	220,4	27,02	0,71	4,99
Tuyau 5	59	79,2	2,72	0,56	3,17
Tuyau 6	56,07	79,2	1,85	0,38	5,26
Tuyau 7	252,3	79,2	1,86	0,38	6,96
Tuyau 8	14,49	44	1,22	0,83	22,03
Tuyau 9	98,73	44	0,42	0,29	5,42
Tuyau 13	8,522	110,2	-9,11	0,96	29,1
Tuyau 17	8,292	79,2	4,02	0,83	22,18
Tuyau 18	112,6	79,2	2,61	0,54	13,3
Tuyau 19	275,3	79,2	2,67	0,55	10,48
Tuyau 20	54,27	79,2	-4,2	0,86	10,84
Tuyau 21	54,84	79,2	2,98	0,61	5,65
Tuyau 22	56,43	79,2	-6,65	1,36	55,46
Tuyau 23	169,7	44	0,45	0,32	4,99
Tuyau 24	64,63	110,2	12,25	1,29	38,82
Tuyau p36	93,26	44	0,41	0,27	4,88
Tuyau 29	339,61	277,6	50,77	0,84	3,78
Tuyau 30	119,79	79,2	4,15	0,85	23,35
Tuyau 32	38,921	44	1,29	0,88	32,96
Tuyau 11	115,99	277,6	53,2	0,88	4,07
Tuyau 14	338,47	79,2	-2,48	0,51	15,68
Tuyau 1	1335,32	277,6	-57,48	0,9	4,28

Après avoir déterminé les vitesses et les pertes de charges dans les conduites, on passe maintenant aux nœuds afin de calculer les pressions et les charges

Tab V.13: Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie

(Zone II-III-IV):

ID Nœud	Altitude m	Charge m.c.e	Pression m.c.e
Nœud n13	55,2937	104,56	35,27
Nœud n17	51,9113	104,81	41,9
Nœud n20	36,3027	103,53	45,22
Nœud n21	44,6445	102,92	40,27
Nœud n22	38,0322	102,81	34,78
Nœud n23	73,8002	100,47	26,67
Nœud n24	75,1364	100,65	25,52
Nœud n25	49,1567	99,5	30,35
Nœud n26	80,0353	99,88	29,84
Nœud n27	84,7079	96,99	32,28
Nœud n30	90,4333	96,7	26,26
Nœud n31	87,0387	99,57	22,53
Nœud n34	95,6612	94,94	29,28
Nœud n35	93,7837	96,25	22,47
Nœud n36	76,9982	94,99	27,99
Nœud n38	94,0061	96,44	23,87
Nœud n41	44,2637	99,9	35,64
Nœud n42	46,5076	99,33	32,83
Nœud n43	46,7752	99,57	32,79
Nœud n44	53,5552	97,29	23,74
Nœud n45	57,7218	91	33,28
Nœud n46	59,592	90,03	30,44
Nœud n47	59,2314	89,57	30,34
Nœud n49	61,8868	89,18	27,29
Nœud n50	60,1225	89,71	31,14
Nœud n59	64,2712	88,43	24,16
Nœud n60	65,182	88,05	22,87
Nœud n61	68,7402	87,3	28,56
Nœud n64	57,8446	91,25	33,4
Nœud n65	54,7183	91,67	36,95
Nœud n70	60,19	94,46	34,27

Nœud n74	56,4585	96,97	40,51
Nœud n77	47,0073	98,36	31,36
Nœud n80	60,0541	105,28	45,67
Nœud n81	62,3345	104,39	42,05
Nœud n83	44,805	102,68	37,87

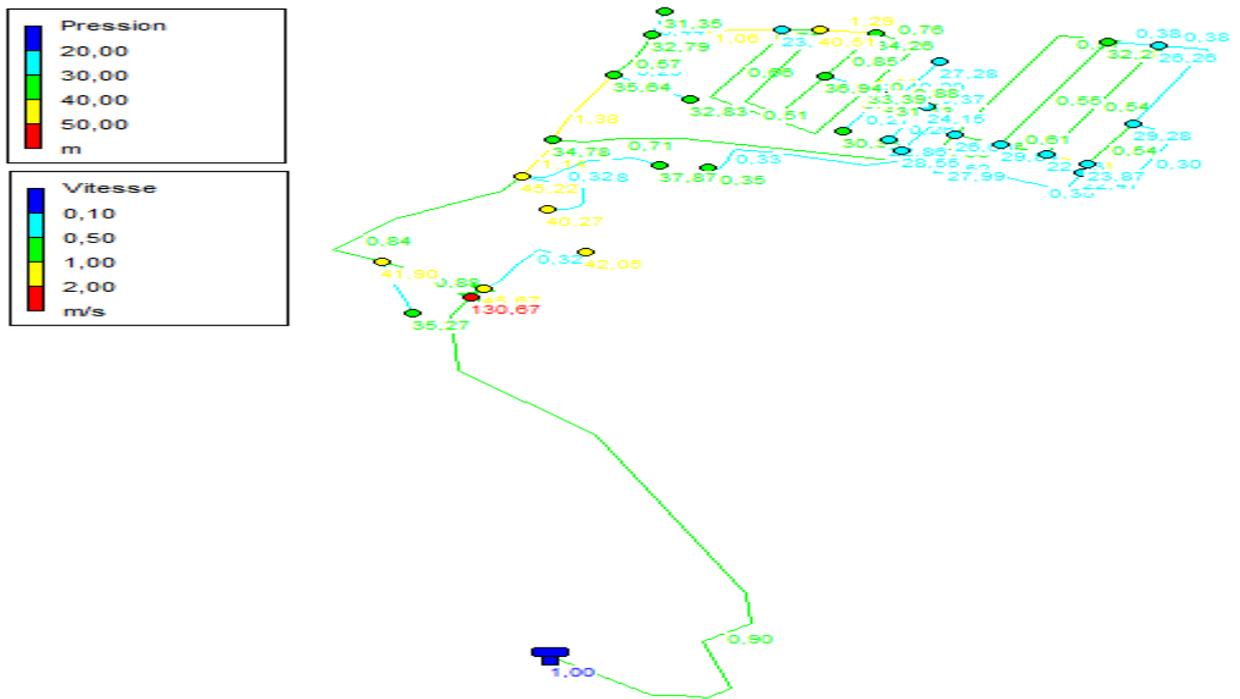


Figure V.4: Pressions et vitesses dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie (Zone II-III-IV)

V.9 Interprétation des résultats

- On remarque que les vitesses dans notre réseau sont acceptables, la majorité des tronçons ont des vitesses entre 0.5 – 1.5 m/s sauf quelques tronçons entre 0.2 et 0.5 m/s pour les deux zones, nous proposons l'installation des vannes de vidange dans les parties du réseau qui possède des vitesses faibles, c.-à-d. dans les conduites existant et nous recommandons le rinçage réguliers des conduites par l'injection de l'eau pour éviter le dépôt des sédiments.

- Pour (Zone II-III-IV-III-IV) Au premier lieu on avait des grandes pressions à cause du terrain accidenté et pour les réduire on a procédé à installer un réducteur de pression dans le tuyau 1:

Le réducteur : conçu à réduire la pression de 7 bars

Après l'installation de ce réducteur de pression on remarque que notre réseau fonctionne avec des pressions acceptables et satisfaisantes dans les deux (cas de pointe + incendie), et que la totalité des nœuds ont des pressions entre 20 et 50 m.c.e

➤ **Etats de réducteur :**

Tab V.14 : états de réducteur de pression

Longueur (m)	Diamètre Extérieur (mm)	Pointe			Pointe+incendie		
		Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte De charge (m/km)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte De charge (m/km)
1335.32	315	40.48	0.64	2.24	57.48	0.9	4.28

Pour (Zone I) Les pressions sont bonnes dans tout le réseau en cas de pointe et en cas de pointe + incendie, pour les valeurs varient de 20m comme minimum à 50m comme maximum.

V.10 Conclusion

A la fin de ce chapitre on a arrivé à dimensionner le nouveau réseau de distribution de la ville d'EL KERMA et assuré le bon fonctionnement du réseau avec des pressions et des vitesses dans les normes exigées et on a assuré que notre réseau répond aux besoins de l'agglomération jusqu'à l'horizon 2051,

Aussi on a utilisé des conduites en PEHD d'une pression nominale de 10 bars par rapport aux avantages qui nous offrent.

Chapitre VI :
Pose de canalisation et
Organisation de chantier

VI.1 Introduction

Dans ce chapitre on va voir les principales étapes de la pose des canalisations ainsi que les calculs des quantités des travaux de la pose avec le choix des engins et puis on conclut notre travail et notre chapitre par un devis estimatif du projet qui représente une estimation du cout de projet.

VI.2 Travaux de pose de canalisation

Dans le but d'assurer une bonne longévité des conduites dans le temps, on doit respecter certaines normes lors de l'exécution des travaux de pose canalisation, tel que la profondeur de la tranchée qui doit être suffisante pour que la conduite soit à l'abri des conditions climatiques (gel et changement de température) et ne subisse pas l'action directe des surcharges d'exploitation dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

- Avant la descente des conduites aux fouilles, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui on subit des chocs.
- La descente des tuyaux doit être manipulée avec soin, ils seront posés lentement soit manuellement soit mécaniquement à l'aide d'un pose tube dans le fond de la fouille.
- Chaque élément posé dans la tranchée doit être présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé, et au cours de la pose, il faut vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux afin d'avoir une pente régulière entre deux regards, pour y opérer correctement on effectue des visées à l'aide des nivelettes tous les 80 m environ
- Tous les débris liés à la pose doivent être retirés de l'intérieur du tuyau avant ou juste après la réalisation d'un emboîtement. Ceci peut être effectué en faisant passer un goupillon le long du tuyau ou à la main, selon le diamètre.
- A chaque arrêt de travail un bouchon temporaire doit être solidement appliqué sur l'extrémité ouverte de la canalisation pour éviter l'introduction des corps étrangers. Cela peut faire flotter les tuyaux en cas d'inondation de la tranchée, auquel cas les tuyaux doivent être maintenus au sol par un remplissage partiel de la tranchée ou par étayage temporaire [14].

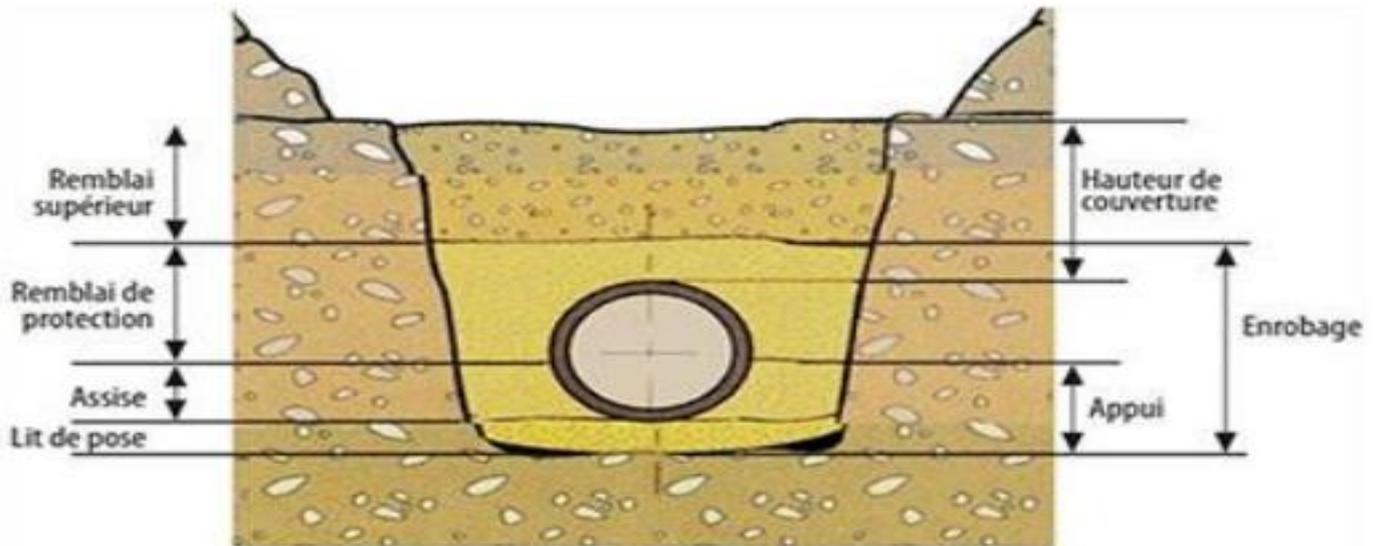


Figure VI.1: Coupe transversale d'une tranchée

Pour effectuer une pose de canalisation, on suit les étapes suivantes :

VI.2.1 Exécution des tranchées

C'est la première opération dans la pose de n'importe quelle canalisation. Elle consiste à exécuter des excavations selon un axe de projet tracé avec une pelle hydraulique. Le déblai excavé sera stocké le long de la tranchée pour l'utiliser ultérieurement au remblayage. Le fond de la tranchée doit ensuite être nettoyé et nivelé de tout matériaux qui peuvent endommager la canalisation posée [14].

VI.2.2 Pose du lit de sable

La pose d'un lit de sable de 0.1 à 0.15m d'épaisseur comme une couche de protection de la conduite de toute irrégularité présente au fond de la tranchée.

VI.2.3 Pose des conduites

La pose des conduites est une opération délicate, il faut l'exécuter avec prudence afin de ne pas endommager les conduites en PEHD. Les conduites sont d'abord alignées parallèlement à la tranchée puis elles sont surélevées avec un engin de puissance suffisante.

Au moment de leur mise en place, les tuyaux et raccords sont examinés à l'intérieur et débarrassés de tout corps étranger. Leurs abouts sont soigneusement nettoyés et préparés conformément aux règles de pose du matériau mis en œuvre. Les canalisations sont ensuite soudées en utilisant les équipements adéquats [14]. Les canalisations sont aussi munies des pièces spéciales et des accessoires, si nécessaire comme suit :

VI.2.4 Les pièces spéciales

VI.2.4.1 Les cônes

Ils sont utilisés pour relier les conduites de diamètres différents, les accessoires aux conduites. On distingue soit des cônes à emboîtement, soit des cônes à emboîtement et brides.

VI.2.4.2 Les croix de jonction

Ces pièces sont utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Elles peuvent être à brides complètement ou à manchons et brides.

VI.2.4.3 Les croix de jonction et d'incendie

Elles ont le même rôle que les précédentes, en plus elles reçoivent les bouches ou les poteaux d'incendie.

VI.2.4.4 Les manchons

En pratique, on les rencontre à bouts lisses, à deux emboîtements, à emboîtement et bout lisse, à deux brides, à bride et bout lisse, à emboîtement et bride. On les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires.

VI.2.4.5 Les coude

On y rencontre des coudes à deux emboîtements ou bien à emboîtement et bout lisse. Ils se présentent avec les angles suivants : 1/4 (90°) ; 1/8 (45°) ; 1/16 (22°30) ; 1/32 (11°15)

VI.2.4.6 Les tés

Ils se présentent soit à trois emboîtements ; trois brides ou emboîtements et brides. Ils sont utilisés pour soutirer un débit ou ajouter un débit complémentaire dans une conduite.

VI.2.5 Les accessoires

• Robinets vannes

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite "Béquille". Celle-ci est introduite dans une bouche à clé.

• Vannes papillon

Ce sont des vannes à survitesse utilisée au niveau des réservoirs d'eau, Dans notre projet on place ce genre de vanne à l'amont de conduite sortante du réservoir.

• Poteaux d'incendie

Les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum de 17 l/s avec une pression de 1 bar. Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m.

• Les régulateurs de pressions

Ce sont des organes de vannage qui introduisent une perte de charge variable de manière à ce que la pression aval soit maintenue à une valeur constante de consigne.

• Appareils de mesures

C'est des appareils qui mesurent les pressions et les vitesses réels dans le réseau. On distingue : pour la mesure du débit, les débitmètres à organes déprimogène et les débitmètres ultrason et pour la mesure de pression les manomètres à soufflet ; à capsule et à membrane.

• Remblayage des tranchées

Cette opération se fait en deux couches, la première et le recouvrement de la conduite par du sable fin jusqu'à une hauteur de 15cm au-dessus de la conduite, ensuite une grille d'avertissement de couleur bleu en plastique est placée pour séparer les deux couches de remblais, puis en continue le remblayage avec de la terre déjà excavée de la tranchée présente sur place.

• Compactage

Après le remblayage de la tranchée, il faut procéder à compacter le sol avec un engin de compactage a rouleau lisse afin d'augmenter la densité du sol recouvrant la conduite pour assurer la stabilité du sol et la protection de la conduite contre les mouvements du sol.

VI.3 Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation**VI.3.1 Volume de la couche végétale ou le goudron**

Avant de commencer les travaux de l'excavation des tranchées, on va tout d'abord passer par l'opération de décapage de la couche végétale ou le goudron.

Le volume de la couche à décaper est donné par la formule suivante :

$$V_{\text{déc}} = L \times B_{\text{tr}} \times e_{\text{déc}} \dots \dots \dots \text{(VI-1)}$$

Avec :

- $V_{\text{déc}}$: le volume décapé (m³).
- L: la longueur de la conduite (m).
- B_{tr} : la largeur de la tranchée (en m).
- $e_{\text{déc}}$: la hauteur du décapage qui varie entre 10cm et 20cm.

Largeur de la tranchée

Elle est calculée en fonction du diamètre, en ajoutant 30 cm de chaque côté de la conduite.

$$B_{\text{tr}} = D_{\text{ext}} + (0.3 \times 2) \dots \dots \dots \text{(VI-2)}$$

- B_{tr} : largeur de la tranchée
- D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite (m).

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VI.1) et le tableau (VI.2) :

Tableau VI.1:Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans (Zone I):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B_{tr} (m)	e_{d} (m)	$V_{\text{déc}}$ (m ³)
50	690.53	0.65	0.2	89.77
63	461.8	0.663	0.2	61.23
90	1339.19	0.69	0.2	184.8
110	702.22	0.71	0.2	99.71
125	762.48	0.725	0.2	110.56
160	1239.27	0.76	0.2	188.37
250	566.6	0.85	0.2	96.32
Le volume total				830.76

Tableau VI.2:Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans (Zone II-III-IV):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B_{tr} (m)	e_{d} (m)	$V_{\text{déc}}$ (m ³)
50	1196.821	0.65	0.2	155.59
63	509.111	0.663	0.2	67.51
90	2243.332	0.69	0.2	309.58
125	718.272	0.725	0.2	104.15
160	144.1	0.76	0.2	21.9
250	433	0.85	0.2	73.61
315	2050.04	0.915	0.2	375.16
400	155.86	1	0.2	31.17

Le volume total	1138.67
-----------------	----------------

VI.3.2 Volume du déblai:

Le volume de déblai est calculé par la formule suivante :

$$V_D = S_D \times L \dots\dots\dots \text{(VI-3)}$$

Avec :

- V_D : Volume du déblai pour chaque diamètre (m³)
- S_D : Section de la tranchée pour chaque diamètre (m²)
- L : Longueur de la tranchée pour chaque diamètre (m)

La Section de la tranchée:

$$S_D = B_{tr} \times H_{tr} \dots\dots\dots \text{(VI-4)}$$

Avec:

- H_{tr} : Profondeur de la tranchée pour chaque diamètre (m).

Tel que:

$$H_{tr} = D_{ext} + H + e_s \dots\dots\dots \text{(VI-5)}$$

Avec:

- H : Hauteur génératrice supérieure de la conduite à la surface du terrain naturel (m)
(On prend $H = 1$)
- e_s : Epaisseur du lit de sable (m) - On prend $e_s = 0.15$.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VI.3) et le tableau (VI.4):

Tableau VI.3: Volume du déblai (Zone I):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$B_{tr}(m)$	$H_{tr}(m)$	$S_d(m^2)$	$V_d(m^3)$
50	690.53	0.65	1.2	0.78	538.61
63	461.8	0.663	1.213	0.8	369.44
90	1339.19	0.69	1.24	0.85	1338.31
110	702.22	0.71	1.26	0.89	624.96

125	762.48	0.725	1.275	0.92	701.48
160	1239.27	0.76	1.31	0.99	1226.88
250	566.6	0.85	1.4	1.19	674.25
Le volume total					5474.23

Tableau VI.4: volume du déblai (Zone II-III-IV):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B _{tr} (m)	H _{tr} (m)	S _d (m ²)	V _d (m ³)
50	1196.821	0.65	1.2	0.78	933.52
63	509.111	0.663	1.213	0.8	407.29
90	2243.332	0.69	1.24	0.85	1906.83
125	718.272	0.725	1.275	0.92	660.81
160	144.1	0.76	1.31	0.99	142.66
250	433	0.85	1.4	1.19	515.27
315	2050.04	0.915	1.46	1.34	2747.05
400	155.86	1	1.55	1.55	241.58
Le volume total					7555.01

VI.3.3 Volume du lit de sable

Le fond de la fouille est corrigé par la confection du lit de pose qu'il est constitué de sable ou de terre fine en terrain ordinaire.

Le volume de sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = B_{tr} \times L \times e_s \dots \dots \dots \text{(VI-5)}$$

Avec:

- V_s: Volume de lit de sable (m³).
- B_{tr}: Largeur de la tranchée (m).
- L: Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).
- e_s: Epaisseur de lit de sable (m) (On prend e_s = 0.15m)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VI.5) et le tableau (VI.6) :

Tableau VI.5: volume du lit de sable (Zone I):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B _{tr} (m)	e _s (m)	V _s (m ³)
50	690.53	0.65	0.15	67.33

63	461.8	0.663	0.15	45.93
90	1339.19	0.69	0.15	138.61
110	702.22	0.71	0.15	74.79
125	762.48	0.725	0.15	82.92
160	1239.27	0.76	0.15	141.28
250	566.6	0.85	0.15	72.24
Le volume total				623.1

Tableau VI.6: volume du lit de sable (Zone II-III-IV):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$B_{tr}(m)$	$e_s(m)$	$V_s(m^3)$
50	1196.821	0.65	0.15	116.69
63	509.111	0.663	0.15	50.63
90	2243.332	0.69	0.15	232.18
125	718.272	0.725	0.15	78.11
160	144.1	0.76	0.15	16.43
250	433	0.85	0.15	55.21
315	2050.04	0.915	0.15	281.37
400	155.86	1	0.15	23.38
Le volume total				854

VI.3.4 Volume du remblai

Le volume de remblai est calculé par la formule suivant :

$$V_r = V_d - V_c - V_s \dots\dots\dots (VI-6)$$

Avec :

- V_r : volume de remblai
- V_d : volume de déblai (m3)
- V_s : volume de lit de sable (m3)
- V_c : volume occupé par la conduite

Tel que :

$$V_c = (\pi D^2 / 4) \times L \dots\dots\dots (VI-7)$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VII.7) et le tableau (VII.8) :

Tableau VI.7: volume du remblai (Zone I):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$S_c(m^2)$	$V_c(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
50	690.53	0,00196	1.35	538.61	67.33	469.93
63	461.8	0.00312	1.44	369.44	45.93	322.07
90	1339.19	0,00636	8.52	1338.31	138.61	1191.18
110	702.22	0,0095	6.67	624.96	74.79	543.5
125	762.48	0,01227	9.35	701.48	82.92	609.21
160	1239.27	0,0201	24.21	1226.88	141.28	1061.39
250	566.6	0,04906	27.80	674.25	72.24	574.21
Le volume total						4771.19

Tableau VI.8: volume du remblai (Zone II-III-IV):

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$S_c(m^2)$	$V_c(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
50	1196.821	0,00196	2.35	933.52	116.69	814.48
63	509.111	0.00312	1.59	407.29	50.63	355.7
90	2243.332	0,00636	14.27	1906.83	232.18	1660.38
125	718.272	0,01227	8.81	660.81	78.11	573.89
160	144.1	0,0201	2.89	142.66	16.43	123.34
250	433	0,04906	21.24	515.27	55.21	438.82
315	2050.04	0.0779	159.70	2747.05	281.37	2305.98
400	155.86	0.1256	19.58	241.58	23.38	198.62
Le volume total						6471.21

VI.3.5 récapitulation des résultats

La quantité de travaux de terrassement dans les deux zones est représentée dans le tableau (VI.9)

Tableau VI.9: Récapitulation de quantité de travaux de terrassement dans les deux zones :

Zone	$V_{déc}(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
Zone I	830.76	5474.23	623.1	4771.19
Zone II-III-IV-III-IV	1138.67	7555.01	854	6471.21
Total	1969.43	13029.24	1477.1	11242.4

VI.4 Choix des engins d'exécution

Le matériel utilisé pour les opérations de terrassement pour niveler, excaver, transporter et compacter les matériaux sont des matériels classiques.

VI.4.1 Pelle hydraulique

La pelle hydraulique est un engin automoteur à roues, à chenilles ou à jambes ayant une structure supérieure capable de tourner, pour certains, à 360°, ayant un équipement permettant de creuser avec un godet.

VI.4.1.1 La capacité du godet pour notre pelle

Tableau (VI.10) représente la capacité du godet en fonction du volume du terrassement

Tableau VI.10: capacité du godet en fonction du volume du terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤10 000	≥10 000	>20 000	>100 000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

On a le volume total est supérieur à 10 000 m³, donc opte pour une pelle avec une capacité du gobet égale à 0.65m³.

VI.4.2Le bulldozer

C'est l'un des engins de chantier les plus nécessaires du fait de son rôle de nivellement et de sa puissance.

Monté sur chenilles ou sur pneus, c'est un puissant tracteur doté d'une lame frontale robuste, elle permet le transport de matériaux. Par ailleurs, on utilise aussi le bulldozer pour déboiser, décapier une terre végétale ou encore pousser des décapeuses.

VI.4.2.1 Le choix du bulldozer

Le choix du bulldozer est en fonction de la capacité du godet

Tableau VI.11: choix de bulldozer en fonction de la capacité du godet

Capacité du godet de la pelle (m ³)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	1,25-1,5
Classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (KW)	40-60	70-118	120-140	120-140

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 0.65 m³, on prend un bulldozer ayant une puissance de 60KW (Pb = 60KW).

VI.5 Devis estimatifs et quantitatifs du projet

C'est l'estimation du cout totale des opérations et des différents produits nécessaires pour l'élaboration du projet et la somme de toutes ces frais représentent le cout estimé pour notre projet.

Le devis est représenté dans le tableau (VI.12) :

Tableau VI.12: devis quantitatif estimatif

N° d'article	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant(DA)
I	Terrassement				
I.1	travaux de décapage	M³	1969.43	300	590829.00
I.2	Travaux de déblai en tranchée pour la pose des conduites	M³	13029.24	300	3908772.00
I.3	Confection d'un lit de sable de 15 cm d'épaisseur au fond de la tranchée	M³	1477.1	1200	1772520.00
I.4	Travaux de remblai	M³	11242.4	300	3372720.00
II	Canalisations				
II.1	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN50	ML	1887.351	375	707756.625
II.2	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN16 bars DN63	ML	970.911	450	436909.95
II.3	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN90	ML	3582.522	900	3224269.8
II.4	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN110	ML	702.22	1500	1053330.00
II.5	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN125	ML	1480.752	2250	3331692.00
II.6	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN160	ML	1383.37	3750	5187637.5
II.7	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN250	ML	999.6	6000	5997600.00
II.8	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN315	ML	2050.04	15000	30750600.00
II.9	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN10 bars DN400	ML	155.86	21750	3389955.00
II.10	mise en place d'un réducteur de pression		1	75000	75000.00
Prix total hors taxes					63799591.88
TVA (19%)					12121922.46
Prix total toutes taxes comprises					75921514.34

Le prix total d'exécution du projet est estimé à :

P_t = 75 921 515DA

Prix total en lettre: **soixante-quinze million neuf cent vingt et un mille cinq cent quinze dinars algérien**

VI.6 Calcul du délai de réalisation du projet

Avant de commencer les travaux sur site, il faut faire une planification qui comprend une étude théorique qui précisera la meilleure façon d'utiliser la main d'œuvre et qui consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utilisation avec économie des moyens humains, matériels ainsi que matériaux pour assurer l'efficacité des travaux.

L'objectif de la planification est de s'assurer que tout le travail sera fait :

- Dans un cadre correct.
- Sans retard.
- Aussi économique que possible.

Il existe deux méthodes :

- Méthode basé sur le réseau (à flèches / a nœuds).
- Méthode basé sur le graphique.

On va utiliser la méthode basé sur le graphique

VI.6.1 Planification des travaux

Les principales opérations à exécuter sont :

- A : Préparation de l'espace de travail :
- B : Décapage de la couche végétale ou goudron :
- C : Exécution des tranchées :
- D : Pose de lit de sable :
- E : Pose de conduites :
- F: Montage et raccordement :
- G : Essaies d'étanchéités :
- H : Remblayage des tranchées :
- I: Nivellement et compactage :

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent dans le tableau suivant

Tableau VI.13 : Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération

N°	Opération	TR (jours)	Précède	Succède
01	A	8	B	--
02	B	13	C	A
03	C	40	D	B
04	D	18	E	C
05	E	45	F	D
06	F	32	G	E
07	G	10	H	F
08	H	32	I	G
09	I	22	--	H

Tableau VI.14: Détermination du délai de réalisation

Opération	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	8	0	8	0	8	0
B	13	8	21	8	21	0
C	40	21	61	21	61	0
D	18	61	79	61	79	0
E	45	79	124	79	124	0
F	32	124	156	124	156	0
G	10	156	166	156	166	0
H	32	166	198	166	198	0
I	22	198	220	198	220	0

Le chemin critique est A-B-C-D-E-F-G-H. Donc de délai de la réalisation est **220 jours**.

VI.7 Conclusion

On a vu dans ce chapitre :

- Les étapes à suivre pour la pose des canalisations et les différents accessoires.
- On a énuméré et organisé les différents travaux nécessaires à la réalisation du chantier nous avons choisi et affecté les engins nécessaires. Par la suite les devis estimatif et quantitatif ainsi que le délai de réalisation du projet pour le bon déroulement des opérations ont été établis.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce mémoire, on a procédé à l'étude et l'analyse du réseau de distribution d'eau potable de la ville d'ELKERMA afin de mettre en évidence les problèmes présents et ainsi retrouver des solutions pour assurer une alimentation optimale aux différents consommateurs.

Après avoir effectué une étude de diagnostic physique et hydraulique, on a constaté que le réseau existant de la ville d' ELKERMA n'est pas conforme aux normes de fonctionnement normal des réseaux. De plus, on trouve que les ouvrages de stockages déjà existants peuvent satisfaire la demande de la ville à l'horizon 2051.

On a projeté un nouveau réseau avec des modifications racinaires de l'ancien tracé, permettant de garantir une distribution équitable de l'eau potable vers les abonnés. Le matériau choisi est le PEHD.

On a donné des recommandations sur la pose des canalisations en optant pour l'utilisation des conduites en PEHD avec la norme de pression de PN10 pour notre installation, pour assurer une longévité à long terme du réseau de distribution.

Enfin nous souhaitons avoir fait un travail qui peut servir d'avant-projet a une étude détaillée afin de garantir une alimentation en eau potable sans interruptions

Références bibliographiques

[1] : **SALAH.B** « polycopie d'alimentation en eau potable » 2014.

[2] : **DUPONT.A** « Hydraulique urbaine » tome I ; II et III, Edition Eyrolles (1979)

[4] : **BOUSLIMI .M** « Alimentation en eau potable », octobre 2004.

[5] : **Guide EPANET**

[9] : **Michel Carlier** : « hydraulique générale et appliquée » Edition Eyrolles

[14] : **KAHLERRAS Djilali** « Organisation De Chantier », ENSH 2018

Annexe

ANNEXE I: Répartition des débits horaire en fonction du nombre d'habitation

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

ANNEXE II : TUBE PEHD EAU PN 10

Code	Désignation Article	UM	Prix MI HT	Prix MI TTC
110030201	TUBE PEHD Ø 20PN 10 EP.2.0mm	ML	34.32	40.15
110030251	TUBE PEHD Ø 20PN 10 EP.2.0mm	ML	43.78	51.23
110070321	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 32PN 10 EP.2.0mm	ML	55.10	64.47
110070401	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 40PN 10 EP.2.4mm	ML	83.50	97.69
110070501	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 50PN 10 EP.3.0mm	ML	128.66	150.53
110070631	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 63PN 10 EP.3.8mm	ML	203.83	238.48
110070751	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 75PN 10 EP.4.5mm	ML	289.41	338.61
110070901	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 90PN 10 EP.5.4mm	ML	381.88	446.80
110071101	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 110PN 10 EP.6.6mm	ML	568.93	665.64
110071251	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 125PN 10 EP.7.4mm	ML	721.36	843.99
110071601	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 160PN 10 EP.9.5mm	ML	1181.58	1382.45
110072001	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 200PN 10 EP.11.9mm	ML	1848.65	2162.92
110072501	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 250PN 10 EP.14.8mm	ML	2869.93	3357.81
110073151	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 315PN 10 EP.18.7mm	ML	4322.93	5057.83
110074001	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 400PN 10 EP.23.7mm	ML	6936.23	8115.39
110075001	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 500PN 10 EP.29.7mm	ML	10783.03	12616.15
110076301	TUBE PEHD EAU PE 100 Ø 600PN 10 EP.37.4mm	ML	17077.20	19980.32

ANNEXE III :Tableau des diamètres des conduites en PEHD

ANNEXE 1

Épaisseurs de paroi

Dimensions en millimètres

Dim. nom.	Séries de tubes											
	SDR 6		SDR 7,4		SDR 9		SDR 11		SDR 13,6		SDR 17	
	S 2,5	S 3,2	S 4	S 5	S 6,3	S 8	Pression nominale PN en bar					
	PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4			
	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8	
	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8	
	Épaisseur de paroi											
	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}
15	3,0 ⁽¹⁾	3,4	2,3 ⁽²⁾	2,7	2,0 ⁽²⁾	2,3	—	—	—	—	—	—
20	3,4	3,9	3,0 ⁽⁴⁾	3,4	2,3	2,7	2,0 ⁽²⁾	2,3	—	—	—	—
25	4,2	4,8	3,5	4,0	3,0 ⁽²⁾	3,4	2,3	2,7	2,0 ⁽²⁾	2,3	—	—
32	5,4	6,1	4,4	5,0	3,6	4,1	3,0 ⁽²⁾	3,4	2,4	2,8	2,0 ⁽²⁾	2,3
40	6,7	7,5	5,5	6,2	4,5	5,1	3,7	4,2	3,0	3,5	2,4	2,8
50	8,3	9,3	6,9	7,7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2	3,0	3,4
63	10,5	11,7	8,6	9,6	7,1	8,0	5,8	6,5	4,7	5,3	3,8	4,3
75	12,5	13,9	10,3	11,5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3	4,5	5,1
90	15,0	16,7	12,3	13,7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5	5,4	6,1
110	18,3	20,3	15,1	16,8	12,3	13,7	10,0	11,1	8,1	9,1	6,6	7,4
125	20,8	23,0	17,1	19,0	14,0	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3	7,4	8,3
140	23,3	25,8	19,2	21,3	15,7	17,4	12,7	14,1	10,3	11,5	8,3	9,3
160	26,6	29,4	21,9	24,2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1	9,5	10,6
180	29,9	33,0	24,6	27,2	20,1	22,3	16,4	18,2	13,3	14,8	10,7	11,9
200	33,2	36,7	27,4	30,3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3	11,9	13,2
225	37,4	41,3	30,8	34,0	25,2	27,9	20,5	22,7	16,6	18,4	13,4	14,9
250	41,5	45,8	34,2	37,8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4	14,8	16,4
280	46,5	51,3	38,3	42,3	31,3	34,6	25,4	28,1	20,6	22,8	16,6	18,4
315	52,3	57,7	43,1	47,8	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7	18,7	20,7
355	59,0	65,0	48,5	53,5	39,7	43,8	32,2	35,6	26,1	28,9	21,1	23,4
400	—	—	54,7	60,3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5	23,7	26,2
450	—	—	61,5	67,8	50,3	55,5	40,8	45,1	33,1	36,6	26,7	29,5
500	—	—	—	—	55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6	29,7	32,8
560	—	—	—	—	—	—	50,8	56,0	41,2	45,5	33,2	36,7
630	—	—	—	—	—	—	57,2	63,1	46,3	51,1	37,4	41,3
710	—	—	—	—	—	—	—	—	52,2	57,6	42,1	46,5
800	—	—	—	—	—	—	—	—	58,8	64,8	47,4	52,3
900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53,3	58,8
1 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59,3	65,4
1 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

9