

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Rénovation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Boufarik (partie Nord) (w. Blida).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0023-20

APA Citation (APA توثيق):

Kacimi El Hassani, Amani Nour (2020). Rénovation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Boufarik (partie Nord) (w. Blida)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR
HYDRAULICS

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⵓⵔⵉⵏⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ ⵙⵉⵎⵓⵔⵉ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**RENOVATION DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE DE LA VILLE DE BOUFARIK (PARTIE NORD)
(W.BLIDA)**

Présenté par :

KACIMI EL HASSANI AMANI NOUR

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M.KHETTAL TAHAR	M .C.A	Président
Mme .KADI LATIFA	M .A.A	Examinatrice
Mme .SALHI CHAHRAZED	M.A.A	Examinatrice
M.SALAH BOUALEM	PROFESSEUR	Promoteur

Session Novembre 2020

REMERCIEMENTS

*A l'issue de cette étude, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail
Ma reconnaissance va plus particulièrement à :*

Mon promoteur Monsieur SALAH BOUALLEM pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.

Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans le soutien moral et affectif de mes parents. Je les remercie pour leur confiance, leur soutien et leurs encouragements durant toutes mes études.

Merci, pour tout ce que vous avez fait pour moi et de moi.

L'aide précieuse de mes grands parents, mes tantes ainsi que mes frères et sœurs, leur présence et leur soutien m'ont aidé à accomplir ce mémoire. Je les remercie du fond du cœur.

*Je remercie toute ma famille et tous mes amis qui ont contribué de loin à la réalisation de ce projet par leurs prières et leur soutien.
Merci à tous.*

Je remercie L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail

A. KACIMI EL HASANI

DEDICACES

*En Hommage à mon grand-père
qui nous a quittés pour un monde
meilleur ...*

Sommaire

Chapitre I : Présentation de la ville

I.1. Introduction	1
I.2. Description de l'agglomération	1
I.2.1 .Situation géographique	1
I.2.2. Le Climat	2
I.2.3. La Température	2
I.2.4. La Pluviométrie	3
I.2.5. Le Vent.	3
I.2.6. Sol et topographie	3
I.2.7. Hydrogéologie	4
I.2.8. Hydrographie	4
I.2.9. séismicité	4
I. 3. Structure et population de l'agglomération	4
I. 4. Les catégories de consommation	5
I. 5. Situation Hydraulique du réseau	6
I. 5.1. type du réseau de l'agglomération	6
I. 5.2. Mode distribution	6
I. 5. 3. Dotation actuelle et à long terme	6
I. 5.4 . Châteaux d'eaux existants	6
I. 5.5 .sources d'alimentation existantes	6
I. 5.6. Qualité de l'eau distribuée	7
I. 6. Conclusion	7

Chapitre II Estimation des besoins en eau

II.1 Introduction.....	8
II.2. Evolution de La population de Boufarik.....	8
II .3.Catégories des besoins en eau potable à estimer.....	9
II.3.1.Besoins domestiques	9
II.3.2.Besoins sanitaires	9
II.3.3.Besoins publics	9
II.3.4.Besoins d' incendies	9
II.4. Estimation des besoins en eaux	9
II.4.1 Evaluation des Besoins Domestiques	9
II.4.1.1 .Choix de la norme unitaire de la consommation	9
II.4.1.2.Détermination de la consommation moyenne	10
II.4.2-Besoins en eau des équipements à l'état actuel	11
II.4.2.1.Besoins éducatif	11
II.4.2.2.Besoins administratifs:	11
II.4.2.3.Besoins sanitaires	11
II. 4.2.4.Besoins culturels et sportifs	12
II. 4.2.5. Besoins commerciaux	12
II. 4.2.6.Fuites et gaspillage	12
II. 4.2.7. Consommation moyenne journalière	13
II.5.Variation de la consommation	13
II.5.1.Etude de variation des débits journaliers	13
II.5.2.Etude de la variation des débits horaires	15
II.5.2.1 Détermination du débit de pointe pour l'horizon 2020.	15
II.5.2.2. Détermination du débit de pointe et incendie	16
II.5.2.3 Détermination du débit de pointe pour l'horizon 2050.	17
II.5.2.4. Détermination du débit de pointe et incendie	18
II.6.Conclusion	19

Chapitre III : Diagnostic physique et hydraulique

III.1. Introduction	20
III.2.1.Etat des forages	20
III.2.1.1 .Les défaillances enregistrées au niveau des forages	21
III.2.1.2. Recommandations concernant les forages	22
III.2.2. Etat actuel des conduites d'adduction	22
III.2.3. Description détaillée du réservoir de Brisonnier	22
III 2.3.1. Recommandations concernant le réservoir de stockage	24
III .2.4 Etat actuel du réseau de distribution	24
III.2.4.1. Recommandations concernant le réseau de distribution en eau potable	28
III.3.Diagnostic hydraulique	28
III3.1.Type du système de distribution existant	28
III.3.2.Calcul hydraulique du réseau de distribution	28
III.3.2.1.Détermination des débits en cas de pointe	28
a)Débit en route	28
b)Le débit spécifique	29
c)Le débit en route pour chaque tronçon	29
d)Le débit au nœud.....	29
III.3.2.2. Calcul des débits (horizon 2020).....	30
a) Cas de pointe horizon (2020).....	30
b) Cas de pointe+ incendie horizon (2020) :.....	35
III.3.3.Simulation du réseau par le logiciel EPANET.....	36
III 3.3.1. Présentation du logiciel :.....	36
III.3.4.Résultat de la simulation du réseau existant (l'horizon 2020).....	37
III 3.4.1.Résultats de la simulation du réseau actuel en cas de pointe (horizon 2020).....	37
a)état des nœuds :.....	37
b)Etat des tronçons.....	39
III.3.4.2. résultats de la simulation en cas de pointe+ incendie pour le réseau actuel (horizon2020).....	45
a)état des nœuds	45
b)état des conduites	47
Interprétation :.....	52

III.3.5calcul des débits pour l’horizon futur :.....	52
a) Cas de pointe horizon (2050)	52
b). Cas de pointe+ incendie horizon (2050)	57
III.3.6.Résultat de la simulation du réseau existant pour l’horizon 2050).....	57
III .3.6.1. résultats de la simulation en cas de pointe	57
a) état des nœuds	57
b)état des conduites	60
III.3.6.2. résultats de la simulation en cas de pointe+ incendie pour le réseau actuel (horizon2050).....	65
a)état des nœuds	65
b)Etat des conduites	67
Interprétation	72
III. 4 .Conclusion	72

Chapitre V : Etude du stockage

IV.1.Introduction	73
IV.2. Rôle des réservoirs.....	73
IV.3 .Emplacement des réservoirs	73
IV.4. Classification des réservoirs	74
IV.5. Fonctions des réservoirs	74
IV.6.Aménagements internes des réservoirs	74
IV.7. Les équipements des réservoirs	75
IV.7. 1.L’arrivée de la Conduite d’adduction	75
IV.7. 2.Le départ de la Conduite de distribution	75
IV.7. 3.Conduite du trop-plein	75
IV.7. 4.Conduite de vidange	75
IV.7. 5.Conduite BY-PASS	75
IV.8. Entretien des réservoirs	77
IV.9. Recommandations diverses	77
IV.10.Vérification du stockage	78
IV.10.1 .Calcul de la capacité de stockage du réservoir	78
La méthode graphique	78
a) La méthode analytique	78
IV.10.2. Besoins en stockage	81

IV.10.3 .Bilan de stockage	81
IV.11.Conclusion	81

Chapitre V : Réseau projeté

V.1.Introduction.....	82
V.2.Choix du type de réseau	82
V.2.1.Tracé du réseau de l'agglomération.....	82
V.3.Choix du matériau des conduites	82
V.3.1.Tuyaux en P.E	82
V.3.1.1. Les avantages	82
V.3.1.2. Les inconvénients.....	83
V.3.2.Tuyaux en Pvc.....	83
V.3.2.1.Avantages.....	83
V.3.2.2.Inconvénients	83
V.4.Calcul hydraulique du réseau de distribution	83
V.4.1. Détermination du débit spécifique	83
V.4.2.Calcul des débits en route	83
V.4.3.Détermination des débits nodaux.....	86
a. Cas de pointe.....	88
b. Cas de pointe +incendie.....	88
V.5. Simulation du réseau projeté	88
V.5.1.Simulation du réseau projeté en cas de pointe.....	88
V.5.2.Simulation du réseau projeté en cas de pointe +Incendie.....	95
V.5.3. interprétation des résultats de la simulation.....	102
V.6. conclusion :.....	102

Chapitre VI : Organisation de chantier

VI.1.Introduction	103
VI.1. Pose des canalisations	103
VI.1.1. Le Principe de pose des canalisations.....	103
a) Pose en terre.....	103
b) Pose en mauvais terrains.....	103
c) Pose en galerie	103
d) Pose en pente.....	103
e) Traversée de rivière	103
VI.2.Les étapes de Réalisation du réseau d'AEP.....	103
VI.2.1 .Implantation de la trace des tranchées sur le terrain.....	105
a-Matérialisation de l'axe	105
b- Nivellement de la plate-forme de pose.....	105
VI.2.2 . Excavation des tranchées.....	106
VI.2.2.1. Enlèvement de la couche végétale	106
VI.2.2.2. Réalisation des fouilles	106
a) Largeur de la tranchée.....	107
b) La profondeur de la tranchée	107
c) La section de la tranchée.....	108
d) Le volume de déblai	108
VI.2.3 Aménagement du Lit de pose des conduites.....	109
VI.2.3 Calcul du volume de lit de sable.....	109
VI.2.4. Pose des canalisations.....	109
VI.2.4. 1. Assemblage des conduites PEHD.....	110
a) Procédé d'assemblage par électro soudage	110
b) Procédé d'assemblage par soudage bout à bout.....	111
VI.2.5 . Essai hydraulique.....	112
VI.2.6.Remblaiement des tranchées.....	112
VI.2.6.1. calcul du volume du remblai	112
VI.3.Équipement du réseau de distribution.....	113
VI.3.1.Robinets vannes	113
VI.3.2 .Bouches ou poteau d'incendie	113

VI.3.3 les clapets.....	113
VI.3.4 Les Ventouses	113
VI.3.5 Robinets de vidange	113
VI.3.6 pièces spéciales de raccord.....	113
VII .4. Evaluation des travaux.....	114
VI.6.Conclusion.....	115

Chapitre VII : Sécurité du travail

VII.1. Introduction	116
VII.2 . Définition de l'accident du travail.....	116
VII.2 .1 . Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	116
a) Facteurs humains.....	116
b) Facteurs matériels.....	116
c) VII.2 .2 conditions et actions dangereuses dans un chantier.....	117
a) conditions dangereuses.....	117
b) actions dangereuses.....	117
VII.2.3. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents.....	117
VII.2.3.1. Protection individuelle	118
a) Les casques	118
b)Les chaussures	118
a) Les gants.....	118
b) Les lunettes.....	118
c) Masques.....	118
VII.2.3.2. Protection collective.....	119
Les travaux de terrassement	119
a) Les blindages.....	120
b) Les machines et outils.....	120
c) Les installations électriques.....	120
VII.3 .Conclusion	120
CONCLUSION GENERALE.....	121

LISTE DES FIGURES

Chapitre I: Présentation de l'agglomération

Figure I.1: délimitation de la ville de Boufarik (source Google MAP)	1
Figure I.2 : la carte pluviométrique (Source ANRH Blida).....	2
Figure I.3 : Extrait de la carte hydrogéologique d'Alger	7

Chapitre II: Estimation Des Besoins En Eau

Figure II .1: Evolution de la population de la ville de Boufarik	9
Figure II.3 : Graphique de consommation domestique pour l'horizon 2020.....	17
Figure II.5 Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2020.....	17
Figure II.6 :Graphique de consommation domestique pour l'horizon 2050	19
Figure II.8 : Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2050.....	19

Chapitre III: Diagnostic physique et hydraulique

Figure III.1 : forage BF1 de Brisonnier	21
Figure III 2 :forage F2 (Manque de manomètre)	21
Figure III. .3: forage BF421 Manomètre en panne)	21
Figure III .4 fissuration du réservoir de BRISONNIER.....	23
Figure III.5 ET III.6 : Fuite sur une conduite DN125-AC au niveau du lotissement Mahi.....	23
Figure III.7 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe horizon 2020 partie 1.....	43
Figure III.8 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe horizon 2020partie 2.....	44
Figure III.9 pressions et vitesses dans le réseau en casde pointe +in horizon 2020partie 1.....	51
Figure III.10 pressions et vitesses dans le réseau en casde pointe +in horizon 2020partie2.....	52
Figure III.11 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe horizon 2050partie 1.....	63
Figure III.12 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe horizon 2050partie 2.....	64
Figure III.13 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe +in horizon 2050partie	70
Figure III.14 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe +in horizon 2050partie 2.....	71

Chapitre IV :Etude du stockage

Figure V.2: graphe de consommation en fonction de l'apport.	78
--	----

Figure V.1 : équipements du réservoir.....	76
--	----

ChapitreV Réseau projeté :

Figure V.13 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe pour le réseau projeté partie 1.....	93
--	----

Figure V .14 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe pour le réseau projeté partie 2.....	93
---	----

Figure V.13 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe +inc pour le réseau projeté partie 1.....	101
---	-----

Figure V .14 pressions et vitesses dans le réseau en cas de pointe +inc pour le réseau projeté partie 2....	102
---	-----

Chapitre VI Organisation de chantier :

Figure VII.1: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire.....	107
---	-----

Figure VI.2: équipement de l'électro-soudage(source catalogue du groupe CHIALI).....	110
--	-----

Figure VI.3: équipements du soudage bout à bout (source catalogue du groupe CHIALI.).....	111
---	-----

Chapitre VIII Sécurité du travail

Figure VII.1:Gants de protection.....	120
---------------------------------------	-----

figure VII.2 :casque de protection sur chantier.....	120
--	-----

figure VII.3 : lunette de protection sur chantier.....	120
--	-----

LISTE DES TABELAUX

Chapitre I: Présentation de l'agglomération

Tableau I.1 : Température mensuelle.....	2
Tableau I.2 : Précipitation maximale mensuelles.....	3
Tableau I.3 : les vitesses du vent au cours de l'année.....	3
Tableau I.4: Répartition de la population de Boufarik par secteur de distribution.....	4
Tableau I.5: Répartition de la population de Boufarik par district.....	5
Tableau I.6: Les capacités des réservoirs et châteaux d'eau la zone d'étude.....	6
Tableau I.7 : Forages alimentant le réservoir de BRISONNIER 5000 m3	7

Chapitre II: Estimation Des Besoins En Eau

Tableau II.1: Evolution de la population de La ville de Boufarik (partie nord) aux différents horizons.....	8
Tableau :II.2 Besoins en eau domestique :.....	10
Tableau II .3 : Besoins en eau d'équipements éducatifs	11
Tableau: II.4 Besoins en eau d'équipements administratif.....	11
Tableau: II.5 Besoins en eau du service de santé	11
Tableau II.6 : Besoins en eau d'équipements culturels et sportifs.....	12
Tableau II .7 : Besoins en eau d'équipements commerciaux.....	12
Tableau II .8: consommation en eau moyenne totale.....	13
Tableau II .9 :Débit maximal et minimal journalier pour les différents horizons :.....	14
Tableau II.10 : variations des débits horaires selon le nombre d'habitants.....	15
Tableau II.11 : variations des débits horaires.....	16
Tableau II.12 :débit maximal horaire à l'horizon 2020.....	16
Tableau II.13: Débit de pointe et incendie à l'horizon 2020.....	17
Tableau II.14 : variations des débits horaires	
Tableau II.15 : débit maximal horaire à l'horizon 2050.....	18
Tableau II.16: Débit de pointe et incendie à l'horizon 2050.....	18

Chapitre III: Diagnostic physique et hydraulique

Tableau III .1 caractéristiques des forages de l'adduction.....	20
Tableau III .2 :caractéristiques des forages d'injection directe.....	20
Tableau III .3 : Types de moteur pour chaque forage.....	22
Tableau III .4 caractéristiques de l'adduction secondaire.....	22
Tableau III.5 caractéristiques de l'adduction principale	22
Tableau III .6 Etat actuel de l'ouvrage de stockage BRISONNIER.....	23
Tableau III .7 Secteurs de distribution actuelle d'AEP alimentés à partir de BRISONNIER..	24
TableauIII. 8 : état des conduites de distribution.....	25
TableauIII.9 : débit spécifique (horizon 2020)	29
Tableau III.10: débits en route	30
Tableau III .11: débits nodaux cas de pointe	33
Tableau III. 12: état des nœuds	37
TableauIII. 12: état des tronçons.....	39
TableauIII .14: état des nœuds.....	45
TableauIII. 15: état des arcs	47
Tableau III.16 : débits en route	52
Tableau III .17: débits nodaux cas de pointe.....	55
Tableau III.18: état des nœuds	56
TableauIII. 19 : état des conduites.....	60
TableauIII.20 : état des nœuds.....	65
Tableau III .21: état des arcs	67

Chapitre IV :Etude du stockage

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage totale horizon 2020.....	79
Tableau IV.2 : Détermination de la capacité de stockage totale horizon 2050.....	80
TableauIV.3 : Besoins en stockages.....	80
Tableau IV.4 : Bilan de stockage.....	81
Tableau IV.4 : Bilan de stockage.....	81

Chapitre V Réseau projeté :

Tableau V.1 : débits en route	84
Tableau V.2 : débits aux nœuds en cas de pointe.....	84
Tableau VI .3: état des nœuds dans le réseau projeté.....	88
Tableau V.4: état des arcs dans le réseau projeté.....	90
Tableau VI .5 : état des nœuds dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie.....	95
Tableau V .6 : état des tançons dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie.....	97

Chapitre VI Organisation de chantier :

Tableau VI.1 : Volume déblai et volume décapé	108
Tableau VI.2 : volume de sable nécessaire au lit de pose.....	109
Tableau VI.3 : volume remblais et du sable.....	112
Tableau VII.4 : Devis estimatif et quantitatives des travaux de mise des canalisations en tranché.....	114

Chapitre VIII Sécurité du travail

LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1 : Réseau d'alimentation en eau potable existant de la ville de BOUFARIK (partie nord) W .Blida.

Planche N° 2 : Réseau d'alimentation en eau potable projeté pour la ville de BOUFARIK (partie nord) W .Blida.

Planche N° 3 : conduite de distribution gravitaire du réservoir de Brisonnier au réseau d'AEP de la partie nord de la ville de BOUFARIK W.Blida.

Planche N° 4 :profil en long de la conduite gravitaire principale de distribution (trançon :nœud2 –nœud 3)

Planche N° 5 : Les accessoires dans un réseau d'AEP.

ملخص:

يهدف العمل الذي نقوم به إلى دراسة كيفية تجديد نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب للجزء الشمالي لمدينة بوفاريك بولاية البليدة، بدءا بتحديد النقائص الموجودة في نظام جلب و توزيع المياه وخزانات المياه. ثم إظهار عجز الشبكة الحالية على إيصال التدفقات التي نحتاجها لأفاق الدراسة (2050). هذه الدراسة سمحت لنا بتصميم شبكة جديدة لتزويد المدينة بالمياه الصالحة للشرب بهدف إرضاء المستهلكين. كما نذكر أيضا مختلف المراحل المتبعة لوضع قنوات الشبكة إضافة إلى بعض الإرشادات الهادفة لضمان سلامة العمال.

Résume :

Notre travail consiste à faire une étude de rénovation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de BOUFARIK , en commençant par déterminer les défaillances du réseau de distribution en eau potable ainsi que les ouvrages de stockage et démontrer que le réseau actuel est incapable d'assurer les besoins en eau de la population future (2050). Cette étude nous permettra de projeter un nouveau réseau dans le but de satisfaire les consommateurs , nous citons aussi les différentes étapes à suivre pour assurer la pose correcte des canalisations du réseau ainsi que certains conseils à prendre en compte pour assurer la sécurité des employés .

Summary:

This work consists in renewing the drinking water network of the northern part of BOUFARIK town starting by the determination of the failures of the distribution system as well as the storage of the existent water tank then proving that the actual network cannot convey the needed flows of the future population (2050). This survey will allow us to project a new network which will ensure the needs of the consumers in addition to the different steps to follow for the suitable laying of the canalizations of the network . Finally, some recommendations to ensure the security of the employees are provided.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Le développement d'une région dans tous les domaines dépend essentiellement du développement du secteur hydraulique, puisque celui-ci est lié à toutes les branches de l'économie, chaque pays devrait décider quels sont les incitations à introduire pour utiliser l'eau de manière plus efficace.

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.

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 de BOUFARIK.

L'objet de notre étude consiste de faire une étude approfondie du réseau d'alimentation en eau potable de la partie nord de la ville de BOUFRIK

Pour cela nous allons procéder tout d'abord par :

- La présentation du système actuel d'alimentation en eau potable.
- Son état et les problèmes rencontrés du point de vue physique et hydraulique.
- Préconiser des solutions pour y remédier et satisfaire les besoins des consommateurs .

Et enfin proposer des instructions pour un bon déroulement des travaux.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DE
L'AGGLOMERATION

I.1. Introduction :

Dans le but d'assurer un bon travail et de satisfaire les besoins en eau des différentes catégories de consommateurs, nous devons bien connaître notre zone d'étude. Dans le présent chapitre nous nous intéresserons aux données caractérisant la zone de BOUFARIK en termes de situation géologique, climatique, hydrographique et hydrauliques qui représentent les éléments de base de la première phase de notre étude.

I.2. Description de l'agglomération :

I.2.1 .Situation géographique :

La commune de Boufarik (Daïra de Boufarik, Wilaya de Blida.) est située en plein cœur de la Mitidja à 14 Km de son chef-lieu de la Wilaya et à 40 Km, Sud-ouest, d'Alger, Boufarik est entourée :

- Au Nord par la commune de Tassala el Merdja (Wilaya d'Alger) .
- A l'Est par les communes d'Ouled Chbel (Wilaya d'Alger) et Chebli (Wilaya de Blida).
- Au Sud par les communes de Bouinan, Soumaa et Guerouaou (Wilaya de Blida).
- A l'Ouest par les communes de Ben khelil et Béni Mered (Wilaya de Blida).

Le chef-lieu occupe une surface de **541,03 hectares**

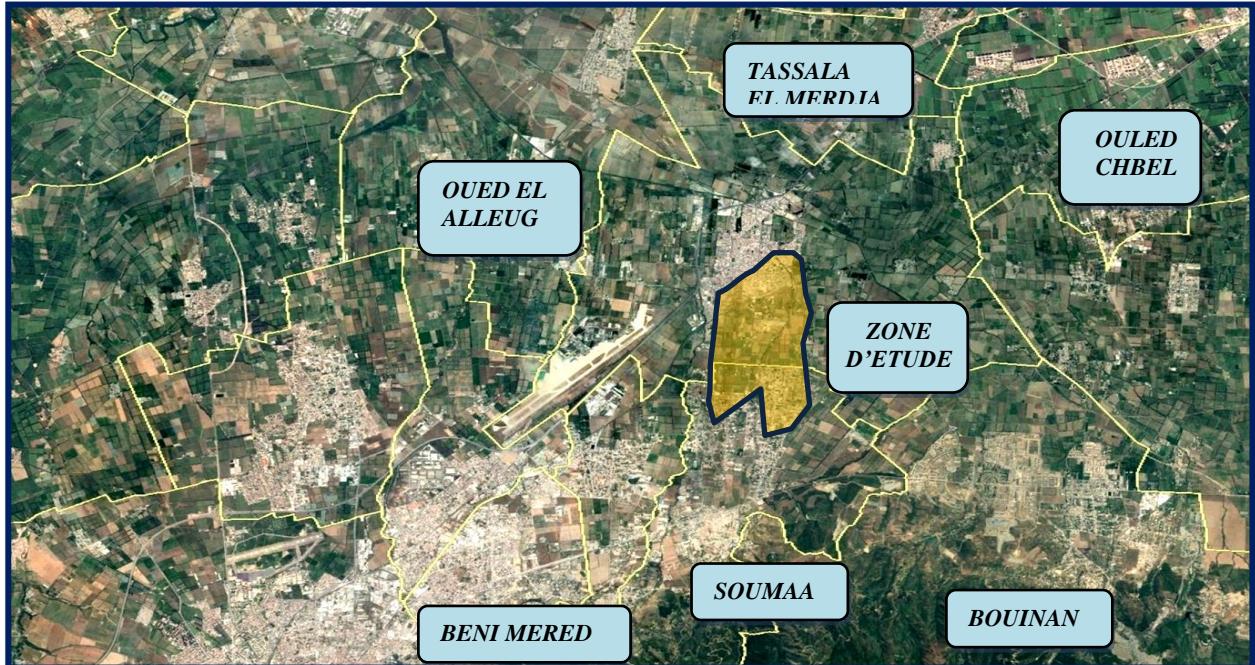


Figure I.1: délimitation de la ville de Boufarik (Google MAP,2020)

I.2.2. Le Climat :

La région de Boufarik fait partie à la plaine de la Mitidja. La plaine de la Mitidja occidentale est soumise à un climat subhumide littoral caractérisant l'ensemble des plaines côtières. Le climat devient plus humide et continental sur les reliefs du Sud où l'on enregistre une baisse sensible des températures.

A l'échelle du bassin versant, la lame d'eau moyenne annuelle précipitée est égale à 700-800 mm comme le montre l'extrait de la carte pluviométrique établie par l'agence nationale des ressources hydrauliques en 2012.

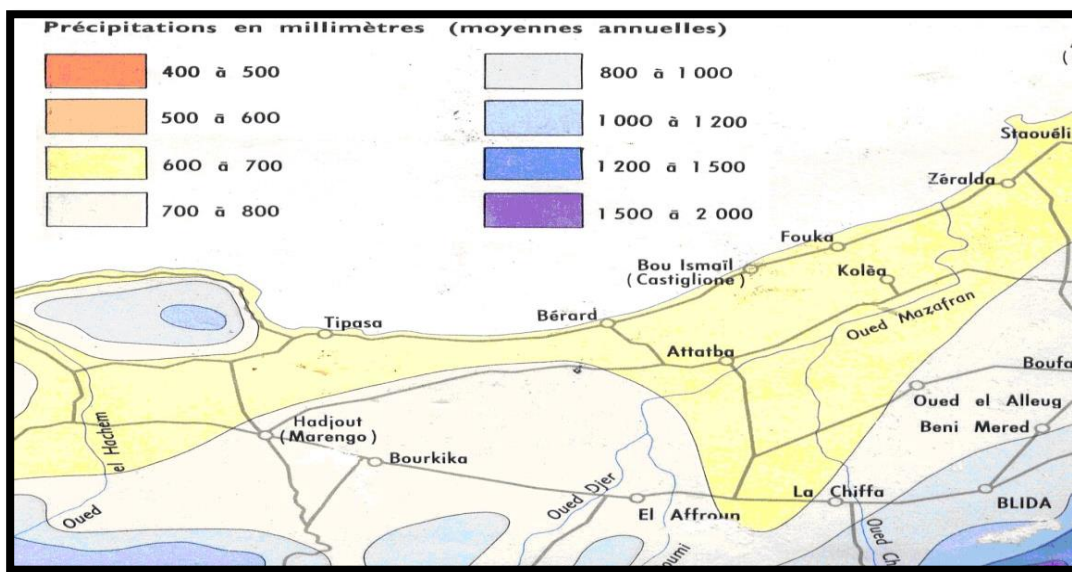


Figure I.2 : la carte pluviométrique (ANRH Blida)

I.2.3. La Température :

Les températures dont nous disposons sont celles de BLIDA et ses alentours. Les analyses des moyennes mensuelles de températures montrent des valeurs élevées entre le mois de juin à septembre tan disque les températures les plus basses marquent les mois de décembre à Février qui varient de 2⁰c à 6⁰c. On constate que la région est caractérisée par une alternance de saison sèche et chaude et d'une saison humide et froide.

Tableau I.1 : Température mensuelle de la ville de Blida et ses alentours (Année 2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tmin (°C)	17	15.5	6.5	5.5	2	4	6	7	15	18	21.5	21
Tmax (°C)	32	32	26	18.5	15	17	30	23	30	37	35	40
Tmoy (°C)	24.3	21.9	14.7	11.1	9.3	10.3	17.3	16.8	22.4	26.5	28.5	27.3

(A.N.R.H- Blida)

Avec:

Tmin: Temperature minimale mensuelle en degréCelsius

Tmax : température maximale en degréCelsius

Tmoy :température moyenne en degréCelsius

I.2.4. La Pluviométrie :

La pluviométrie de l région est caractérisée par une double irrégularité annuelle et interannuelle.

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

Tableau I.2 : Précipitation maximale mensuelles (Année 2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P maxj (mm)	28.3	84.2	120.3	108.5	144.3	27.5	45	59.9	36.1	1	0	5.7

(A.N.R.H – Blida)

Après l'analyse du tableau nous pouvons conclure que :

- la répartition des pluies durant l'année est irrégulière.
- la pluviométrie max et min concerne respectivement les mois de janvier et juillet.

I.2.5. Le Vent :

Etant Un facteur climatique et mécanique de transport ; Le vent constitue un facteur important dans notre étude . Les vents soufflants dans notre région sont généralement de direction nord, avec une vitesse qui croit avec l'altitude, la vitesse moyenne est de 2,5m/s à 3m/s.

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

Tableau I.3 : les vitesses du vent au cours de l'année 2018

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
V (m/s)	2,5	2,3	2,5	3,7	3,0	3,1	2,9	3,1	2,8	3,0	3,2	3,1

(Direction de ressources en eaux wilaya de Blida)

I.2.6. Sol et topographie :

Boufarik repose sur un grand bassin alluvionnaire constitué principalement de sable limoneux d'argile et d'argile limoneux Pour ce qui est de la topographie la région de Boufarik repose sur un terrain plat au la pente (du sud vers le nord) varie entre 2 à 5 %.

I.2.7. Hydrogéologie :

La région d'étude repose sur la formation de la Mitidja, l'aquifère le plus important de la plaine de la Mitidja est composé de graviers et de galets alternant avec limons et argiles, occupant toute l'étendue de la plaine. Sa limite inférieure est constituée par les marnes de la formation d'El Harrach et sa limite supérieure est **libre** sauf dans la zone du Mazafran où la nappe est **captive** sous les limons du Rharbien.

La nappe alluviale de la Mitidja est alimentée par :

- infiltration des précipitations sur la plaine,
- infiltration à partir des cours d'eau et du ruissellement sur les piémonts de l'Atlas,
- écoulement souterrain de l'Atlas,
- fuites des réseaux de distribution en eau,
- infiltrations des eaux d'irrigation excédentaires.

I.2.8 Hydrographie :

Boufarik est bordée par deux oueds :

- Oued Bouchema à l'est.
- Oued khmissi à l'ouest.

I.2.9 sismicité :

La région de Boufarik est caractérisée par une sismicité élevée , elle appartient a la zone III avec des séismes de magnitude supérieures parfois à 6 ,et une accélération sismique considérable et des dégâts importants .

I. 3. Structure et population de l'agglomération :

Le BET a établi la carte de densité pour 2050 tout en tenant compte les zones de fortes concentrations

Tableau I .4: Répartition de la population de Boufarik par secteur de distribution

SECTEURS	SURFACE	POPULATION EN 2020	
	(ha)	(habitant)	%
A1	48,95	5680	8,65
A2	168,44	17741	27,01
B	323,64	41033	64,34
TOTAL	541,03	64454	100,00

(Direction de ressources en eaux wilaya de Blida 2020)

Tableau I.5: Répartition de la population de Boufarik par densité

DISTRICT	SURFACE	Densité	POPULATION EN 2020	
	(ha)	hab/ha	(habitant)	%
D1	415,99	161.59	42198.03	65,47
D2	78,95	247.79	12278.48	19,05
D3	46,08	344.75	9971.03	15,47

(Direction de ressources en eaux wilaya de Blida ,2020)

Notre étude concernera la partie B représentant la partie nord de la ville de BOUFARIK.

I .4 Les catégories de consommation :

- ✓ **Consommation domestique :** consommée par les habitants.
- ✓ **Consommation des équipements publics :** (écoles, lycée, CEM tribunal,hôpital, banque, pharmacie, mosquée, salle de sport, marché, bain public).
- ✓ **Consommation industrielle :** (usine JUCOB de fabrication de boissons).

Ces catégories seront détaillées dans le chapitre suivant «Estimation des besoins en eau ».

I .5.Situation Hydraulique du réseau :

I .5.1. Type du réseau de l'agglomération :

Le réseau de distribution de la ville est de type mixte majoritairement maillé ce dernier permet une alimentation de retour. Ainsi chaque point du réseau peut être alimenté en eau par deux ou plusieurs cotés .

Ce type de réseau présente les avantages suivants :

- plus de sécurité dans l'alimentation.
- bonne répartition des pressions et des débits dans tout le réseau.

Le réseau de distribution de la partie nord (Partie B) est alimenté, gravitairement,à partir du château d'eau de Brisonnier .

I .5.2. Mode distribution :

La partie nord de Boufarik est principalement alimentée à partir du réservoir BRISONNIER par gravité.

I .5. 3. Dotation actuelle et à long terme :

La dotation représente la Moyenne journalière de consommation en eau en litres par habitant et Par jour, La direction des ressources en eaux nous a attribué la dotation actuelle et future qui est de Dotation 150l/j/hab pour l'année 2020 et de250 l/j/hab [1] pour l'année 2050.

I.5.4 . Châteaux d'eaux existants :

Les réservoirs sont des ouvrages intermédiaires entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions et qui jouent un rôle très important dans un réseau d'alimentation en eau potable ; Boufarik est majoritairement alimenté à partir du réservoir suivant :

Tableau I.6: Les capacités des réservoirs et châteaux d'eau la zone d'étude

lieu	Capacité (m3)	Type d'ouvrage
Brisonnier	5 000	Château d'eau

(Direction de ressources en eaux wilaya de Blida , 2020)

I.5.5 .sources d'alimentation existantes :

Les forages principaux alimentant le réservoir de BRISONNIER sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau I.7 : Forages alimentant le réservoir de BRISONNIER 5000 m3

N° de forage	Dénomination des forages	Débit (L/s)
1	BF4	12
2	BF3	16
3	BF2	8
4	BF8	13
5	F2	6
6	BF1	24
7	F4	13
8	BF6	9

(DRE Blida ,2020)

I.5.6. Qualité de l'eau distribuée :

La qualité physico-chimique des eaux souterraines dans la région est assez bonne, les eaux sont relativement douces et peu chargées en sels minéraux. Le résidu sec varie de 500 à 700 mg/l. Comme le montre la figure qui suit

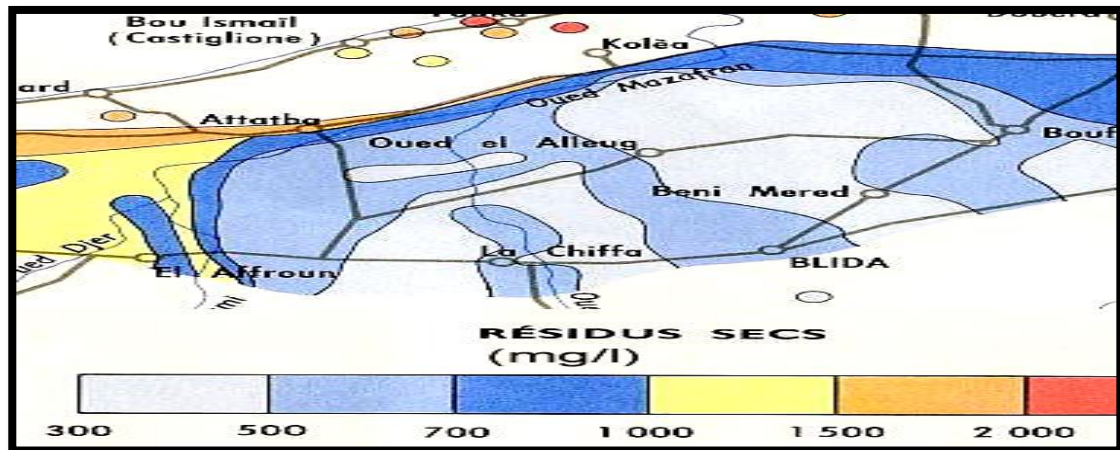


Figure I. 3: Extrait de la carte hydrogéologique d'Alger (ANRH BLIDA)

I.6 Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons présenté d'une façon détaillée les données recueillies qui nous seront utiles pour mener à bien notre étude sur le réseau d'alimentation en eau potable de la partie nord de la ville de Boufarik.

CHAPITRE II

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.1 Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération dépend d'une norme dédiée à chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme étant le débit journalier de l'unité de consommation, elle dépend de plusieurs facteurs (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. L'objectif de ce chapitre est de faire une estimation des besoins en eau de la zone d'étude basée sur la population et son taux d'accroissement jusqu'à l'horizon future en se basant sur la dotation des différents équipements se trouvant dans notre zone d'étude.

II.2. Evolution de La population de Boufarik :

Parmi les données transmises par la direction des ressources en eau de Blida ; la population de Boufarik pour les différents horizons comme le montre le tableau ci-dessous

Tableau II.1: Evolution de la population de La ville de Boufarik (partie nord) aux différents horizons

Horizon	1998	2008	2020	2025	2035	2050
Taux d'accroissement de la population (selon PDAU) en %	1.3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5
Population (hab.)	35 526	38 402	41 033	45 530	52 839	66061

(Direction de ressources en eaux wilaya de Blida 2020)

Les estimations de la population de la ville de Boufarik pour le court, moyen et long terme, sont faites sur la base du dernier recensement général de la population et de l'habitat de **2008** et les taux d'accroissement adoptés par le PDAU.

L'évolution de la population, résumée dans le tableau, ci-dessus, montre que le taux d'accroissement pour le court, moyen terme et long terme est de **(1,5%)**.

La population à prendre en considération dans ce projet est celle de 2050 qui représente notre horizon d'étude.

La population future (2050) est estimée à partir de l'expression empirique suivante :

$$P_t = P_0 \times (1 + \tau)^n \quad (\text{II.1})$$

P_t : Nombre d'habitants à l'horizon futur.

P_0 : Nombre d'habitants de l'année de base 2008 (année de recensement).

τ : Taux d'accroissement en %. (Tableau II.1)

n : L'écart d'années entre l'année de projection et l'année de base.

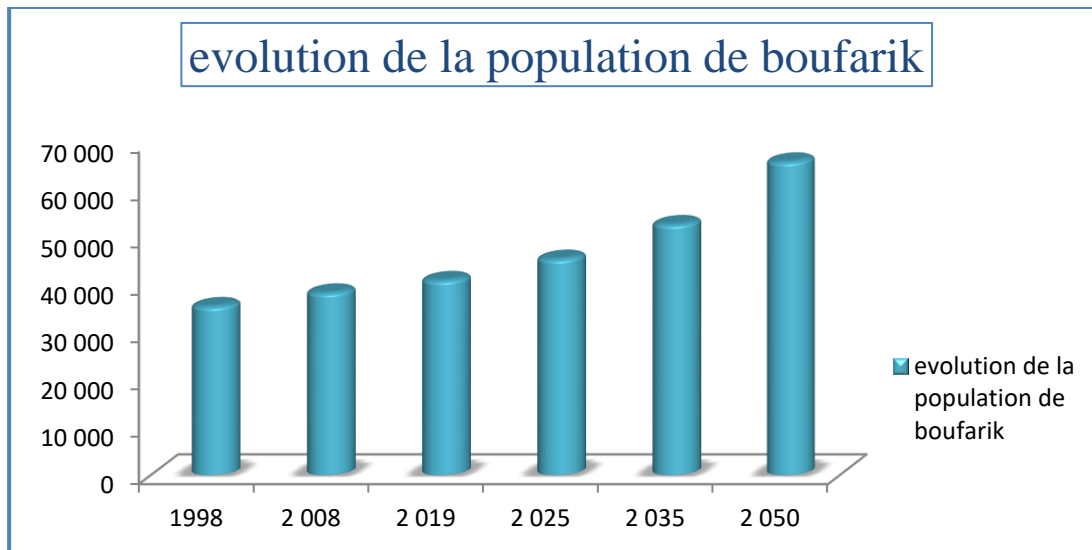


Figure II .1: Evolution de la population de la ville de Boufarik

II .3.Catégories des besoins en eau potable à estimer:

Au niveau de la zone d'étude de Boufarik plusieurs catégories de consommateurs ont lieu, de ce fait nous avons à faire à différents besoins à savoir : [1]

II.3.1.Besoins domestiques :

Il s'agit des besoins des ménages tel que l'utilisation de l'eau destinée à la boisson, la préparation des repas, le lavage de la vaisselle, la literie, la douche et aussi l'arrosage des jardins. Les besoins domestiques dépendent du développement des installations sanitaires et les habitudes de la population.

II.3.2.Besoins sanitaires :

Ils correspondent à l'utilisation de l'eau pour :le lavage des cours, baignoire,douche, WC...etc.

II.3.3.Besoins publics :

C'est une quantité d'eau destinée pour :le nettoyage des marchés, nettoyage des caniveaux, hôpitaux, APC, banque, PTT...etc.

II.3.4.Besoins incendies :

Dans toute agglomération, il est nécessaire de tenir compte d'une quantité d'eau pour la lutte contre l'incendie qui sera localisée dans le réservoir de Brisonnier.

II.4. Estimation des besoins en eaux :

II.4.1 Evaluation des Besoins Domestiques :

II.4.1.1. Choix de la norme unitaire de la consommation:

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée selon le type de consommateur qui peut être : en litre par (habitant et par 24 heures, par carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animal, par véhicule.. etc.). [1]

La norme de consommation dépend de certains critères dont :

- Le niveau de vie de la population
- Le nombre d'habitants.
- Le développement urbain de la ville.
- L'existence de la ressource.
- Les habitudes de la population.

Notre agglomération est de type urbain, de ce fait la norme de dotation unitaire journalière est fixé à 150 l/j/hab (**DRE BLIDA ,2020**) ; néanmoins, le dimensionnement du réseau à l'horizon projeté se fera sur la base d'une dotation de 250 l/j/hab [1] nous devons bien évidemment prendre compte du développement de la région de Boufarik.

II.4.1.2. Détermination de la consommation moyenne :

Tout dimensionnement d'un système d'AEP doit être précédé par détermination du débit moyen journalier qui est donné par la formule suivante : [1]

$$Q \text{ moy/j} = \frac{D \times N}{1000} \quad (\text{II.2})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy/j}}$: Débit moyen journalier (m^3/j).
- N: nombre d'habitants (hab).
- D : Dotation (L/j/hab).

Tableau :II.2 Besoins en eau domestique :

Horizons	2 020	2 050
Population (hab)	41 033	66061
Dotation (l/j/hab.)	150	250
Besoins (m^3/j).	6155 m^3/j	16516 m^3/j

II.4.2-Besoins en eau des équipements à l'état actuel :**II.4. 2.1.Besoins éducatif :**

Les estimations des volumes consommés pour les besoins éducatifs comme dans le tableau suivant : [1]

Tableau II .3 : Besoins en eau d'équipements éducatifs

Désignation	Quantité	N ^{bre} d'écopliers	Dotation (l /j /élève)	Consommation Moyenne journalière (m ³ /j)
Ecole primaire	3	300	20	6
C.E.M	1	700	20	14
Lycée	1	800	20	16
Total (m ³ /j)				36

II.4.2.2.Besoins administratifs:

Les estimations des volumes consommés pour les besoins d'équipements administratifs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau: II.4 Besoins en eau d'équipements administratif

Désignation	Quantité	Dotation (l/j/employé)	Consommation Moyenne journalière (m ³ /j)
Siège APC	20	15	0.3
Gendarmerie	40	15	0.6
Banque	25	15	0.375
Protection civile	50	30	1.5
poste	20	15	0.3
Service impôt	20	15	0.3
tribunal	30	15	0.45
Total (m ³ /j)	3.83		

II.4.2.3.Besoins du service de santé :

Les estimations des volumes consommés pour les besoins sanitaires sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau: II.5 Besoins en eau du service de santé

Désignation	Quantité	Dotation (l/J /malade)	Consommation Moyenne journalière (m ³ /j)
Hôpital	217	300	65.1
Pharmacie	3	40	0.12
Total (m ³ /j)	65.22		

II. 4.2.4. Besoins culturels et sportifs :

Les estimations des volumes consommés pour les besoins d'équipements Culturels et sportifs sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.6 : Besoins en eau d'équipements culturels et sportifs

Désignation	Quantité	Dotation (l/j/u)	Consommation Moyenne journalière (m ³ /j)
Mosquée 3	1500	20 l/j/ fidel	30
Salle omnisport	100	50 l/j/ sportif	5
Total (m ³ /j)	35		

II. 4.2.5. Besoins commerciaux :

Le tableau suivant représente les besoins commerciaux :

Tableau II .7 : Besoins en eau d'équipements commerciaux

	Quantité	Dotation (l/j/personne)	Consommation moyenne (m ³ /j)
Café	6	600	3.6
Restaurant	6	1000	6
Boucherie	3	200	1
Boulangerie/pâtisseries	4	1000	4
Marché	1000	10	10
Bain public	350	200	70
Usines	--	--	20
Total (m ³ /j)	114.6		

II. 4.2.6. 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 :

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 20 % de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue, les pertes sont comprises entre 25 % à 35 de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue, les pertes aboutissent ou dépassent les 50 % de la consommation moyenne journalière.

Remarque :

Dans notre cas, les pertes sont de l'ordre de 35% pour l'horizon actuel étant donné que notre réseau rencontre quelques 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}.

$$Q_{\text{fuites2019}} = 6155 \times 35 \% = 2154.25 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{fuites2050}} = 16516 \times 20 \% = 3304 \text{ m}^3/\text{j}$$

Consommation moyenne journalière :

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des besoins actuels et futur estimés de notre agglomération

Tableau II .8: consommation en eau moyenne totale.

Désignation	Consommation moyenne Journalière (m ³ /j) 2020	Consommation moyenne journalière (m ³ /j)2050
Domestique	6155	16516
Scolaire	36	36
Sanitaire	65.22	65.22
Commerciaux	114.6	114.6
Socioculturel	35	35
Administratif	3.83	3.83
Fuites et gaspillage	2154.25m ³	3304
Total	8563.9	20074.65

II.5.Variation de la consommation :

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

- variation annuelles et à long terme.
- variation mensuelles qui est lié au niveau de vie de l'agglomération.
- variation hebdomadaire qui dépend de l'importance de l'agglomération.
- variation horaires qui dépend du régime de consommation de l'agglomération pendant la journée.
- variation journalière qui dépend d'un jour de la semaine ou la consommation et maximal. [2]

II.5.1.Etude de variation des débits journaliers :

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

Pour projeter 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 où la consommation est maximale ; de même il existe une journée où 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_{maxj} . [2]

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_{minj} . [2]

Ainsi, nous pouvons écrire :

$$Q_{max j} = Q_{moy j} \times k_{max j} \quad [m^3/j] \quad (II.3)$$

$$Q_{\min j} = Q_{\text{moy}j} \times k_{\min j} \text{ [m}^3\text{/j]} \quad (\text{II.4})$$

Avec :

$Q_{\text{moy}j}$: débit moyen journalier (m³/j).

$Q_{\text{max}j}$: débit maximum journalier (m³/j).

$Q_{\text{min}j}$: débit minimum journalier (m³/j).

$K_{\text{max}j}$: varie entre 1.1 à 1.3

Dans notre cas nous prenons $K_{\text{max}j} = 1,3$

$K_{\text{min}j}$: varie entre 0,7à 0,9

Dans notre cas $K_{\text{min}j} = 0,8$

Tableau II .9 :Débit maximal et minimal journalier pour les différents horizons :

Désignation	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2020	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{max}j}$	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ / j) 2020	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{min}j}$	$Q_{\text{min}j}$ (m ³ / j) 2020	Q_{min} (m ³ /j) 2050
Domestique	6155	16516	1.3	8001.5	21470.8	0.8	4924	13212.8
Scolaire	36	36	1.3	46.8	46.8	0.8	28.8	28.8
Sanitaire	65.22	65.22	1.3	84.786	84.786	0.8	52.176	52.176
Commerciaux	114.6	114.6	1.3	148.98	148.98	0.8	91.68	91.68
Désignation	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2020	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{max}j}$	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ / j) 2020	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{min}j}$	$Q_{\text{min}j}$ (m ³ / j) 2020	Q_{min} (m ³ /j) 2050
Socioculturel	35	35	1.3	45.5	45.5	0.8	28	28
Administratif	3.83	3.83	1.3	4.979	4.979	0.8	3.064	3.064
Désignation	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2020	$Q_{\text{moy}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{max}j}$	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ / j) 2020	$Q_{\text{max}j}$ (m ³ /j) 2050	$k_{\text{min}j}$	$Q_{\text{min}j}$ (m ³ / j) 2020	Q_{min} (m ³ /j) 2050
Fuite et gaspillage	2154.2 5	3304	1.3	2800.525	4295.2	0.8	1723.4	2643.2
Total	8563.9	20074.65	1.3	11133.07	26097.045	0.8	6851.12	16059.72

II.5.2. Etude de la variation des débits horaires :**II.5.2.1 Détermination du débit de pointe pour l'horizon 2020 :**

On utilise la méthode de la variation horaire de la consommation de la ville De BOUFARIK, en se basant sur le tableau ci-dessous, la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit maximal journalier. On doit établir la répartition horaire du débit maximal journalier pour notre ville à l'horizon 2020 les coefficients de consommation horaires sont déterminés selon la population de la zone d'étude. [2]

Avec

$$C_h = \frac{Q_h}{Q_{max.j}} \quad (\text{II.5})$$

C_h : pourcentage du débit horaire par rapport au débit maximum journalier

Tableau II.10 : variations des débits horaires selon le nombre d'habitants (DRE BLIDA, 2020)

Heures	P<10,000 habitants		10,000<P<50,000 habitants		50,000<P<100,000habitants	
	C%	Cp	C%	Cp	C%	Cp
0-1	1,00	0,24	1,50	0,36	3,00	0,72
1—2	1,00	0,24	1,50	0,36	3,20	0,77
2—3	1,00	0,24	1,50	0,36	2,50	0,60
3—4	1,00	0,24	1,50	0,36	2,60	0,62
4—5	2,00	0,48	2,50	0,60	3,50	0,84
5—6	3,00	0,72	3,50	0,84	4,10	0,98
6—7	5,00	1,20	4,50	1,08	4,50	1,08
7—8	6,50	1,56	5,50	1,32	4,90	1,18
8—9	6,50	1,56	6,25	1,50	4,90	1,18
9--10	5,50	1,32	6,25	1,50	5,60	1,34
10--11	4,50	1,08	6,25	1,50	4,80	1,15
11--12	5,50	1,32	6,25	1,50	4,70	1,13
12--13	7,00	1,68	5,00	1,20	4,40	1,06
13--14	6,50	1,56	5,00	1,20	4,10	0,98
14--15	5,50	1,32	5,50	1,32	4,20	1,01
15--16	4,50	1,08	6,00	1,44	4,40	1,06
16--17	5,00	1,20	6,00	1,44	4,30	1,03
17--18	6,50	1,56	5,50	1,32	4,10	0,98
18--19	6,50	1,56	5,00	1,20	4,50	1,08
19--20	5,00	1,20	4,50	1,08	4,50	1,08
20--21	4,50	1,08	4,00	0,96	4,50	1,08
21--22	3,00	0,72	3,00	0,72	4,80	1,15
22--23	2,50	0,60	2,00	0,48	4,60	1,10
23--24	1,00	0,24	1,50	0,36	3,30	0,79

Tableau II.11 : variations des débits horaires

Heure	consommation de l'agglomération		cumul	
	C%	Qh(m ³ /h)	C%	Qh(m ³ /h)
0-1	1.5	166.996	1.5	166.996
1--2	1.5	166.996	3	333.992
2--3	1.5	166.996	4.5	500.988
3--4	1.5	166.996	6	667.984
4--5	2.5	278.327	8.5	946.311
5--6	3.5	389.657	12	1335.968
6--7	4.5	500.988	16.5	1836.957
7--8	5.5	612.319	22	2449.275
8--9	6.25	695.817	28.25	3145.092
9--10	6.25	695.817	34.5	3840.909
10--11	6.25	695.817	40.75	4536.726
11--12	6.25	695.817	47	5232.543
12--13	5	556.654	52	5789.196
13--14	5	556.654	57	6345.850
14--15	5.5	612.319	62.5	6958.169
15--16	6	667.984	68.5	7626.153
16--17	6	667.984	74.5	8294.137
17--18	5.5	612.319	80	8906.456
18--19	5	556.654	85	9463.110
19--20	4.5	500.988	89.5	9964.098
20--21	4	445.323	93.5	10409.420
21--22	3	333.992	96.5	10743.413
22--23	2	222.661	98.5	10966.074
23--24	1.5	166.996	100	11133.070
somme	100	11133.07		

Tableau II.12 :débit maximal horaire à l'horizon 2020

ZONE	BOUFARIK nord
Q _{max h} (m ³ /h)	695.817

II.5.2.2.Détermination du débit de pointe et 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 éteindre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120 m³ soit un débit de 17 l/s .Ce débit sera estimé comme suit :

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

Tableau II.13: Débit de pointe et incendie à l’horizon 2020.

$Q_{\max h}$ (l/s)	193.28
Q_{p+inc} (l/s)	210.28

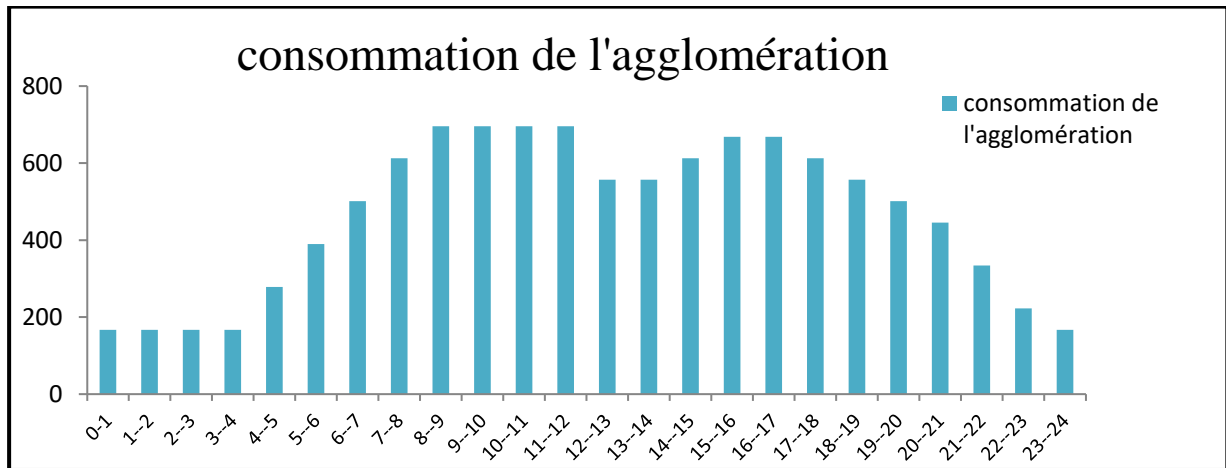


Figure II.3 : Graphique de consommation domestique pour l’horizon 2020

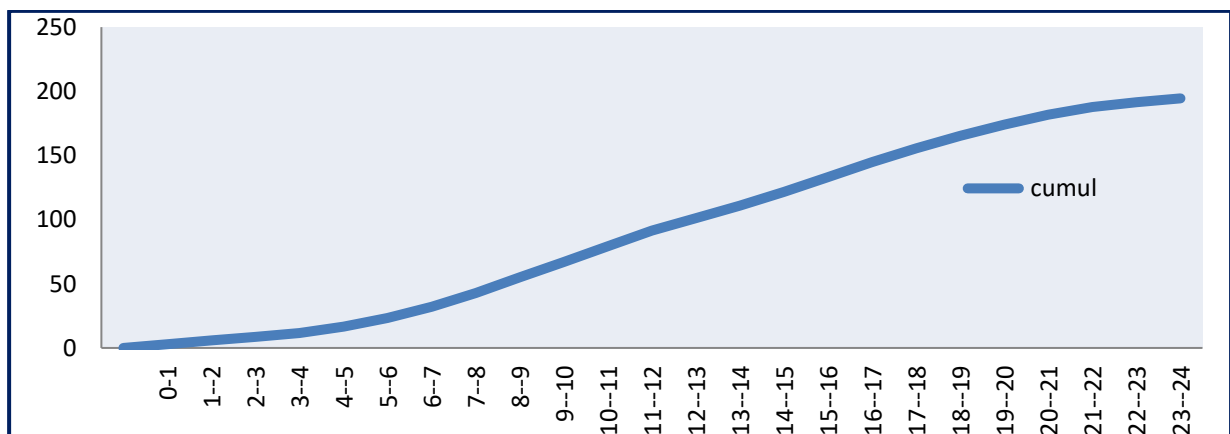


Figure II.5 Courbe de cumul de consommation pour l’horizon 2020

II.5.2. 3 Détermination du débit de pointe pour l’horizon 2050:

Tableau II.14 : variations des débits horaires

Heure	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C%	Qh(m3/h)	C%	Qh(m3/h)
0-1	3	782.911	3	782.911
1--2	3.2	835.105	6.2	1618.017
2--3	2.5	652.426	8.7	2270.443
3--4	2.6	678.523	11.3	2948.966
4--5	3.5	913.397	14.8	3862.363
5--6	4.1	1069.979	18.9	4932.342
6--7	4.5	1174.367	23.4	6106.709

Heure	Consommation de l'agglomération		Cumul	
	C%	Qh(m ³ /h)	C%	Qh(m ³ /h)
7--8	4.9	1278.755	28.3	7385.464
8--9	4.9	1278.755	33.2	8664.219
9--10	5.6	1461.435	38.8	10125.653
10--11	4.8	1252.658	43.6	11378.312
11--12	4.7	1226.561	48.3	12604.873
12--13	4.4	1148.270	52.7	13753.143
13--14	4.1	1069.979	56.8	14823.122
14--15	4.2	1096.076	61	15919.197
15--16	4.4	1148.270	65.4	17067.467
16--17	4.3	1122.173	69.7	18189.640
17--18	4.1	1069.979	73.8	19259.619
18--19	4.5	1174.367	78.3	20433.986
19--20	4.5	1174.367	82.8	21608.353
20--21	4.5	1174.367	87.3	22782.720
21--22	4.8	1252.658	92.1	24035.378
22--23	4.6	1200.464	96.7	25235.843
23--24	3.3	861.202	100	26097.045

Tableau II.15 : débit maximal horaire à l'horizon 2050

ZONE	BOUFARIK NORD
Q _{max h} (m ³ /h)	1461.435

II.5.2.4. Détermination du débit de pointe et 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 éteindre un tel incendie moyennant un volume d'eau de 120 m³ soit un débit de 17 l/s .Ce débit sera estimé comme suit :

$$Q_{\text{pointe +incendie}} = Q_{\text{max h}} + 17 \text{ (l/s)} \text{ (II.7)}$$

L'application numérique donnera :

Tableau II.13: Débit de pointe et incendie à l'horizon 2050.

Q _{max h} (l/s)	405.95
Q _{p+inc} (l/s)	422.95

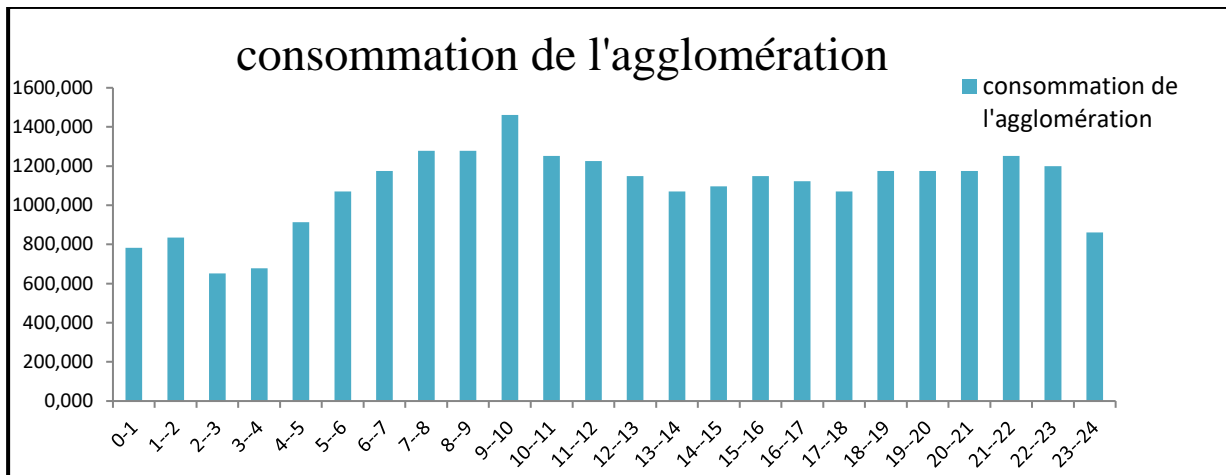


Figure II.6 : Graphique de consommation domestique pour l’horizon 2050

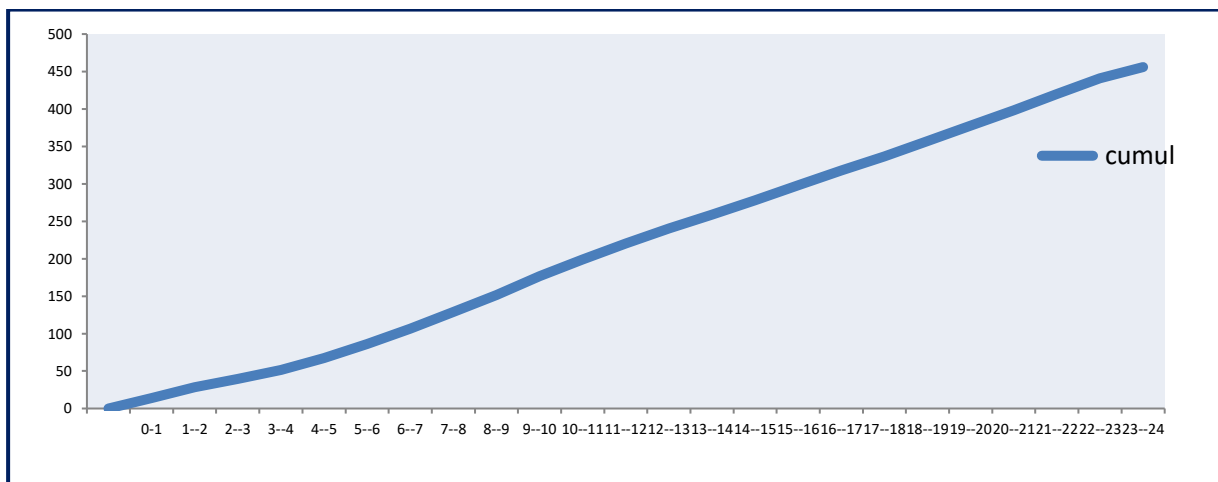


Figure II.8 : Courbe de cumul de consommation pour l’horizon 2050

II.6.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié la variation de la consommation pour les deux horizons actuel et futur. Nous avons conclu que le débit de pointe a lieu de 8h à 12 h pour l’horizon actuel et de 9 à 10 h pour l’horizon futur , le débit maximal horaire est utilisé pour le dimensionnement du réseau .

CHAPITRE III :

DIAGNOSTIC PHYSIQUE
ET HYDRAULIQUE

III .1. Introduction :

L'objet de ce chapitre est d'établir un constat sur l'état et le fonctionnement actuel du système d'alimentation en eau de la partie nord de BOUFARIK , ainsi que de déterminer les défaillances existantes ayant des répercussions sur le fonctionnement du réseau de distribution .Nous allons par la suite faire une simulation hydraulique du réseau de distribution de la ville de Boufarik avec le logiciel EPANET afin de déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau actuel, la vérification de l'état des conduites se fera dans le cas de pointe et le cas de pointe + incendie pour l'horizon actuel et futur . Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits en route pour chaque tronçon.et les débits aux nœuds de notre réseau.

III .2.Diagnostic physique :**III .2.1.Etat des forages :**

La partie nord de BOUFARIK est alimentée à partir des forages alimentant le réservoir BRISONNIER ainsi que d'autres forages d'injection directe les, données affectées par l'Algérienne des eaux de Blida sont résumées dans les tableaux suivants :

Tableau III.1 caractéristiques des forages de l'adduction

Forage	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Capacité (l/s)	HMT (m)	Observation
BF1	36° 33' 01,22 N	2° 51' 17,39 E	77	24	130	En marche
BF2	36° 32' 56,45 N	2° 51' 51,79 E	84	-	120	En arrêt
BF3	36° 33' 31,18 N	2° 50' 57,28 E	61	16	130	En marche
BF4	36° 33' 36,60 N	2° 51' 01,81 E	60	12	-	En marche
BF6	36° 32' 55,13 N	2° 51' 25,70 E	80	9	-	En marche
BF8	36° 33' 41,75 N	2° 51' 33,16 E	60	8	125	En marche
F2	36° 32' 56,50 N	2° 51' 51,65 E	84	6	-	En marche
F4	36° 35' 15,54 N	3° 3' 04,44 E	55	13	106	En marche

(ADE Blida ,2020)

Tableau III. 2 :caractéristiques des forages d'injection directe

Forage	Coord. X	Coord. Y	Coord .Z	Capacité (l/s)	HMT (m)	Observation
F (stade)	36° 34' 26,57 N	2° 54'24,60 E	46	-	80	À l'arrêt
F (Mimoun)	36° 34' 42,81 N	2° 55' 06,79 E	43	2	124-87	À l'arrêt

(ADE Blida,2020)

III .2.1.1 .Les défaillances enregistrées au niveau des forages :

L'Algérienne des eaux de BOUFARIK nous a informé que les forages BF2, le forage F stade et le forage F Mimoun d'injection directe étaient en arrêt suite au rabattement de la nappe .Les défaillances suivantes nous ont été indiquées :

- L'abri du forage BF1 est en état moyen (manque de peinture).
- Le manque de l'éclairage BF1 et BF4
- Le câble d'électricité n'est pas protégé (BF3 et BF4).
- Absence d'une prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- Problème de colmatage (F2).
- Le robinet vanne, le clapet anti-retour et la ventouse sont en mauvais état (début de corrosion) au niveau du forage BF 3.
- Absence du manomètre pour le calcul des pressions (F2), BF4.
- Les équipements d'automatisme sont en mauvais état.
- Fuite au niveau de la vanne (BF8).



Figure III.1 : forage BF1 de Brisonnier



Figure III.2 : forage F2
(Manque de manomètre)



Figure III .3: forage BF4
(Manomètre en panne)

Tableau III .3 : Types de moteur pour chaque forage

FORAGES	TYPE DE MOTEUR DES POMPES	PUISSANCE	Observation
		KW	
BF1	PANNELI-TYPE P 635	26	Opérationnel
F4	ULUSOY	15	Opérationnel
BF3	TECNOVA	26	Opérationnel
BF4	TECNOVA	26	Opérationnel
BF6	TECNOVA	26	Opérationnel
BF8	TECNOVA	18.5	Opérationnel
F2	TECNOVA	18.5	Opérationnel

(ADE Blida ,2020)

III 2.1.2. Recommandations concernant les forages :

- Entretien des abris des forages (peinture, éclairage...etc.).
- Equiper les armoires de commande.
- Pour le bon fonctionnement des forages il est nécessaire d'installer les équipements techniques suivants :
- Un compteur d'eau.
- Une prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- Une sonde de niveau pour vérifier le niveau de la nappe.
- Vérification de la position de la pompe.
- Le débit maximum à ne pas dépasser...etc.
- Le problème de colmatage mécanique au niveau du forage F2 est dû à une baisse progressive du rendement de l'ouvrage L'enlèvement des dépôts de sable qui encombrant le forage devra se faire par air lift ou pompage.

III.2.2. Etat actuel des conduites d'adduction :

Dans cette partie du chapitre, nous procédons à la critique des conduites d'adduction à partir du point de piquage jusqu'aux réservoirs de stockage, en indiquant la longueur, le diamètre, le matériau et l'état, les caractéristiques des différentes conduites sont données dans les tableaux suivant :

Tableau III.4 caractéristiques de l'adduction secondaire

N°	Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Etat	Observation
1	BF3	30.93	100	acier	Bon	A garder
2	BF2	24.35	100	acier	Bon	A garder
3	BF9	27.56	90	acier	Bon	A garder
4	F2	17.33	90	acier	Bon	A garder
5	BF1	185.89	150	acier	Bon	A garder
6	F4	116.57	200	acier	Bon	A garder
7	BF6	16.47	90	acier	Bon	A garder

(ADE Blida ,2020)

Tableau III .5 caractéristiques de l'adduction principale

N°	Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Etat	Observation
1	BF4-BF3	291.75	250	acier	Bon	A garder
2	BF3-BF2	433.33	300	acier	Bon	A garder
3	BF2-BF9	821.8	400	acier	Bon	A garder
4	BF9-reservoir	755.06	500	acier	Bon	A garder

(ADE Blida ,2020)

III .2.3. Description détaillée du réservoir de Brisonnier :

Le système d'approvisionnement (adduction), consiste à alimenter les installations existantes au niveau de BOUFARIK à partir du réservoir de stockage (capacité $v = 5000 \text{ m}^3$) de Brisonnier implanté à la cote de terrain naturel CTN = 91.66 m NGA, une cote de radier CR = 101.66 m NGA et à la cote de trop plein CTP = 108 m NGA. Ce dernier alimente gravitairement la partie nord de BOUFARIK .Le château d'eau de Brisonnier 5000 m³ alimente la partie basse de Boufarik , Le réservoir de Brisonnier présente quelques fissures, une végétation a été remarquée au tour du réservoir lors de la visite que j'ai pu effectuer en compagnie de l'ADE de BOUFARIK .

**Figure III .4** fissuration du réservoir de BRISONNIER**Tableau III .6** Etat actuel de l'ouvrage de stockage BRISONNIER

Caractéristiques	BRISONNIER 5000 m3
Etanchéité du réservoir	bonne
Fuites dans les chambres de vannes	Existantes
Peinture à l'intérieur et l'extérieur	Mauvaise
Entretien des installations	Irrégulier
Capteur de niveau	Existant

(ADE Blida ,2020)

III .2.3.1. Recommandations concernant le réservoir de stockage :

Afin d'assurer un bon fonctionnement et une exploitation des ouvrages de stockage, nous recommandons :

- Traitement des fissures avec enduit ciment et application d'une résine époxy.
- réfection de la peinture des réservoirs contre l'humidité.
- La réparation des fuites au niveau des chambres de vanne.
- Entretien et nettoyage.(Le nettoyage doit être effectué au minimum 2 fois par an) par voie chimique, en utilisant les produits ayant un pouvoir dissolvant vis-à-vis des dépôts
Afin de faciliter le nettoyage du réservoir, ces produits sont pulvérisés à basse pression sur les parties du réservoir en contact avec l'eau, ils comportent le plus souvent un produit désinfection et par la suite un décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier sont effectués par jet sous pression, en prenant soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.

Le réservoir de BRISONNIER alimente les quartiers suivants :

Tableau III. 7 Secteurs de distribution actuelle d'AEP alimentés à partir de BRISONNIER

Secteurs de distribution	Réservoir/ Château d'eau	Localisation des ouvrages	Quartiers appartenant au même secteur
B	CH5000 m3	Brisonnier	<ul style="list-style-type: none"> - Boulevard Menad - Rue Retal - Rue Maaziz Hocine - BV Emir Abdelkader - Boukhtachi - LotissementKourane - LotissementMahi

(ADE Blida ,2020)

III .2.4 Etat actuel du réseau de distribution :

Le réseau d'alimentation en eau potable de la partie nord de Boufarik est alimenté à partir du réservoir de stockage de BRISONNIER par le biais d'une conduite gravitaire en acier de diamètre DN 600 s'étalant sur une longueur de 5.4 km .On trouve dans le réseau de distribution de la ville de Boufarik différents diamètres de conduites, du DN63 au DN600mm. Les plus importants diamètres concernent les conduites maitresses et celles des axes principaux du réseau de distribution et les plus petits pour les ramifications.

Pour le matériau des conduites on peut distinguer :

- L’ancien réseau réalisé en amiante ciment couvre la grande partie du réseau de ville à l’exception des récentes extensions qui ont été réalisées en PEHD
- Une minorité des conduites ont été rénovées en PEHD et en PVC
- Le réseau de distribution de la ville de Boufarik n’est pas muni suffisamment de bouches ou poteaux d’incendie.
- De nombreuses fuites ont été recensées, malgré les interventions répétées du gestionnaire du réseau pour réduire ces fuites. Ceci est dû essentiellement d’après l’exploitant, au fait que le réseau soit à 80% en amiante ciment, la recherche des fuites est une opération très délicate, les fuites dépendent de l’état du réseau, elles sont évaluées principalement par une mesure nocturne du débit c’est à dire (Ou la consommation est minimale), alors les fuites d’eau ne sont pas négligeables.
- L’état du réseau de distribution des différentes zones ainsi que les caractéristiques de tous les tronçons sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau III .8 : état des conduites de distribution

tronçon	Longueur (m)	TYPE	ETAT
Tuyau 1	3164.83	PVC	Bon
Tuyau 2	838.04	PEHD	Bon
Tuyau 3	43.22	AC	moyen
Tuyau 4	307.56	PVC	Bon
Tuyau 5	145.06	AC	moyen
Tuyau 6	118	AC	mauvais
Tuyau 7	191.8	PVC	Bon
Tuyau 8	813.91	AC	moyen
Tuyau 9	344.13	AC	moyen
Tuyau 10	88.41	AC	moyen
Tuyau 11	329.01	PEHD	Bon
Tuyau 12	100.37	AC	moyen
Tuyau 13	108.67	AC	mauvais
Tuyau 14	117.53	AC	mauvais
Tuyau 15	174.49	AC	mauvais
Tuyau 16	115.24	AC	mauvais
Tuyau 17	101.75	AC	mauvais
Tuyau 18	371.88	AC	moyen
Tuyau 19	99.79	AC	moyen
Tuyau 20	198.17	AC	moyen
Tuyau 21	106.94	AC	moyen
Tuyau 22	92.98	AC	moyen
Tuyau 23	82.67	AC	moyen

tronçon	Longueur (m)	TYPE	ETAT
Tuyau 24	162.54	AC	mauvais
Tuyau 25	180.04	AC	mauvais
Tuyau 26	144.33	AC	moyen
Tuyau 27	181.96	AC	moyen
Tuyau 28	166.63	AC	mauvais
Tuyau 29	172.19	AC	mauvais
Tuyau 30	92.52	AC	moyen
Tuyau 31	165.11	AC	moyen
Tuyau 32	71.05	PEHD	Bon
Tuyau 33	161.81	AC	moyen
Tuyau 34	89.92	PEHD	Bon
Tuyau 35	162.87	AC	moyen
Tuyau 36	413.1	PEHD	Bon
Tuyau 37	161.11	AC	moyen
Tuyau 38	86.76	PEHD	Bon
Tuyau 39	166.29	AC	mauvais
Tuyau 40	189.29	AC	moyen
Tuyau 41	106.58	AC	moyen
Tuyau 42	91.24	AC	moyen
Tuyau 43	106.23	AC	moyen
Tuyau 44	90.11	AC	moyen
Tuyau 45	104.88	AC	moyen
Tuyau 46	90.56	AC	moyen
Tuyau 47	105.73	AC	moyen
Tuyau 48	89.98	AC	moyen
Tuyau 49	111.71	AC	moyen
Tuyau 50	172.95	AC	mauvais
Tuyau 51	91	AC	moyen
Tuyau 52	176.32	AC	moyen
Tuyau 53	92.67	AC	moyen
Tuyau 54	489.25	PEHD	mauvais
Tuyau 55	184.59	AC	moyen
Tuyau 56	251.43	AC	moyen
Tuyau 57	319.27	AC	mauvais
Tuyau 58	309.63	AC	mauvais
Tuyau 59	258.58	AC	mauvais
Tuyau 60	48.23	PEHD	bon
Tuyau 61	273.65	PEHD	bon
Tuyau 62	88.73	PEHD	bon
Tuyau 63	224.04	PEHD	bon
Tuyau 64	138.37	PEHD	bon
Tuyau 65	106.66	PEHD	bon
Tuyau 66	69.87	PEHD	bon
Tuyau 67	60.12	PEHD	bon
Tuyau 68	122.52	PEHD	bon

tronçon	Longueur (m)	TYPE	ETAT
Tuyau 69	177.21	PEHD	bon
Tuyau 70	77.77	PEHD	bon
Tuyau 71	124.83	AC	moyen
Tuyau 72	225.01	AC	moyen
Tuyau 73	351.14	AC	moyen
Tuyau 74	48.67	AC	mauvais
Tuyau 75	507.53	AC	moyen
Tuyau 76	86.37	AC	moyen
Tuyau 77	462.41	AC	moyen
Tuyau 78	371.65	AC	moyen
Tuyau 79	160.03	AC	moyen
Tuyau 80	117.3	AC	moyen
Tuyau 81	77.21	AC	moyen
Tuyau 82	175.79	PEHD	mauvais
Tuyau 83	323.78	AC	moyen
Tuyau 84	163.8	AC	moyen
Tuyau 85	490.99	AC	moyen
Tuyau 86	196.33	PEHD	bon
Tuyau 87	252.09	PEHD	bon
Tuyau 88	300.51	PEHD	bon
Tuyau 89	213.84	PEHD	bon
Tuyau 90	333.24	PEHD	bon
Tuyau 91	281.49	PEHD	bon
Tuyau 92	73.37	PEHD	bon
Tuyau 93	65.59	PEHD	bon
Tuyau 94	216.81	PEHD	bon
Tuyau 95	324.39	PEHD	bon
Tuyau 96	354.51	PEHD	bon
Tuyau 97	226.03	PEHD	bon
Tuyau 98	408.69	AC	mauvais
Tuyau 99	439.35	PEHD	bon
Tuyau 100	409.69	PEHD	bon
Tuyau 101	316.14	PEHD	bon
Tuyau 102	99.86	PEHD	bon
Tuyau 103	13.45	AC	bon
Tuyau 104	15.23	AC	mauvais
Tuyau 105	151.07	AC	mauvais
Tuyau 106	331.49	PEHD	bon
Tuyau 107	393.45	PEHD	bon
Tuyau 108	91.37	AC	moyen
Tuyau 109	307.03	AC	moyen

(ADE,Blida ,2020)



Figure III.5 ET III.6 : Fuite sur une conduite DN125-AC au niveau du lotissement Mahi

III.2.4.1. Recommandations concernant le réseau de distribution en eau potable :

Les 80% des canalisations en amiante ciment devront être remplacées par d'autres en PEHD (Polyéthylène haute densité) qui est devenu le matériau le plus utilisé en termes de fiabilité et de longévité qui dépasse les 50 ans, étant souple et flexible ce matériau dispose d'une large gamme pour l'utilisation domestique et une bonne résistance à la corrosion et l'abrasion.

III.3.Diagnostic hydraulique :

III3.1.Type du système de distribution existant :

Le système de distribution existant est de type de réservoir en tête. Dans ce système, les pompes refoulent directement vers le réservoir de stockage puis la distribution se fait par gravité vers le réseau de distribution.

III.3.2.Calcul hydraulique du réseau de distribution :

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

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

III.3.2.1.Détermination des débits encas de pointe :

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

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

a) Débit en route :

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

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc} \quad (III.1)$$

b) Le débit spécifique :

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

$$Q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L_i} \quad (\text{III .2})$$

Avec :

Q_{sp} : Débit spécifique.

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

Le tableau suivant montre le débit spécifique dans les heures de pointe

Tableau III.9 : débit spécifique (horizon 2020) :

Heures de pointe	$Q_{point}(l/s)$	193.2825-0.231
	$\sum_{i=1}^{n=100} L_i$ (m)	25221.26
	$q_{sp} (l/s)$	0.0077

c) Le débit en route pour chaque tronçon :

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \quad (\text{III .3})$$

Avec

Q_{ri} : débit en route pour chaque tronçon .

q_{sp} : le débit spécifique , L_i : longueur du tronçon

d) Le débit au nœud:

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

Le débit au nœud est celui qui est concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau, il doit être déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{n,i} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{conc} \quad (\text{III .4})$$

Avec :

$Q_{n,i}$: débit au nœud i

$\sum Q_{ri-k}$: somme des débits route des tronçons reliés au nœud i

$\sum Q_{conc}$: somme des débits concentrés au nœud.

Les débits nodaux nous permettent de dimensionner le réseau de distribution dans les deux cas : cas de pointe et cas de pointe +incendie.

III.3.2.2. Calcul des débits (horizon 2020)

a) Cas de pointe horizon (2020)

D'après le tableau II.11 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que Les heures de pointe sont entre 8h à 12 h

$$Q_{pte} = 193.2825 \text{ l/s}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

- **Débit route (Q_{rte}):** $Q_{rte} = Q_{pte} - \Sigma Q_{cc} = 193.2825 - 0.231 = 193.05151 \text{ l/s}$
- **Débit spécifique :**

$$QSP = \frac{Q_{rte}}{\Sigma L} \quad (\text{III .5})$$

$$\Sigma L_i = 25221.2$$

Donc: $q_{sp} = \frac{193.05151}{25221.26} = 0.0077 \text{ L/s/m}$

- **Débit en route pour chaque tronçon :**

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte_i} = q_{sp} \times L_i \quad (\text{III .6})$$

Tableau III.10: débits en route

TRANCON	LONGUEUR (m)	Qsp (l/s/m)	Qroute (l/s)
Tuyau 1	3164.8300	0.0077	24.2246
Tuyau 2	838.0400	0.0077	6.4146
Tuyau 3	43.2200	0.0077	0.3308
Tuyau 4	307.5600	0.0077	2.3542
Tuyau 5	145.0600	0.0077	1.1103
Tuyau 6	324.7500	0.0077	2.4857
Tuyau 7	191.8000	0.0077	1.4681
Tuyau 8	813.9100	0.0077	6.2299
Tuyau 9	344.1300	0.0077	2.6341
Tuyau 10	88.4100	0.0077	0.6767
Tuyau 11	329.0100	0.0077	2.5183
Tuyau 12	100.3700	0.0077	0.7683
Tuyau 13	108.6700	0.0077	0.8318
Tuyau 14	117.5300	0.0077	0.8996
Tuyau 15	174.4900	0.0077	1.3356

TRANCON	LONGUEUR (m)	Q _{sp} (l/s/m)	Q _{route} (l/s)
Tuyau 16	115.2400	0.0077	0.8821
Tuyau 17	101.7500	0.0077	0.7788
Tuyau 18	371.8800	0.0077	2.8465
Tuyau 19	99.7900	0.0077	0.7638
Tuyau 20	198.1700	0.0077	1.5169
Tuyau 21	106.9400	0.0077	0.8186
Tuyau 22	92.9800	0.0077	0.7117
Tuyau 23	82.6700	0.0077	0.6328
Tuyau 24	162.5400	0.0077	1.2441
Tuyau 25	180.0400	0.0077	1.3781
Tuyau 26	144.3300	0.0077	1.1047
Tuyau 27	181.9600	0.0077	1.3928
Tuyau 28	166.6300	0.0077	1.2754
Tuyau 29	172.1900	0.0077	1.3180
Tuyau 30	92.5200	0.0077	0.7082
Tuyau 31	165.1100	0.0077	1.2638
Tuyau 32	71.0500	0.0077	0.5438
Tuyau 33	161.8100	0.0077	1.2385
Tuyau 34	89.9200	0.0077	0.6883
Tuyau 35	162.8700	0.0077	1.2467
Tuyau 36	413.1000	0.0077	3.1620
Tuyau 37	161.1100	0.0077	1.2332
Tuyau 38	86.7600	0.0077	0.6641
Tuyau 39	166.2900	0.0077	1.2728
Tuyau 40	189.2900	0.0077	1.4489
Tuyau 41	106.5800	0.0077	0.8158
Tuyau 42	91.2400	0.0077	0.6984
Tuyau 43	106.2300	0.0077	0.8131
Tuyau 44	90.1100	0.0077	0.6897
Tuyau 45	104.8800	0.0077	0.8028
Tuyau 46	90.5600	0.0077	0.6932
Tuyau 47	105.7300	0.0077	0.8093
Tuyau 48	89.9800	0.0077	0.6887
Tuyau 49	111.7100	0.0077	0.8551
Tuyau 50	172.9500	0.0077	1.3238
Tuyau 51	91.0000	0.0077	0.6965
Tuyau 52	176.3200	0.0077	1.3496
Tuyau 53	92.6700	0.0077	0.7093
Tuyau 54	489.2500	0.0077	3.7449
Tuyau 55	184.5900	0.0077	1.4129
Tuyau 56	251.4300	0.0077	1.9245

TRANCON	LONGUEUR (m)	Q _{sp} (l/s/m)	Q _{route} (l/s)
Tuyau 57	319.2700	0.0077	2.4438
Tuyau 58	309.6300	0.0077	2.3700
Tuyau 59	258.5800	0.0077	1.9793
Tuyau 60	48.2300	0.0077	0.3692
Tuyau 61	273.6500	0.0077	2.0946
Tuyau 62	88.7300	0.0077	0.6792
Tuyau 63	224.0400	0.0077	1.7149
Tuyau 64	138.3700	0.0077	1.0591
Tuyau 65	106.6600	0.0077	0.8164
Tuyau 66	69.8700	0.0077	0.5348
Tuyau 67	60.1200	0.0077	0.4602
Tuyau 68	122.5200	0.0077	0.9378
Tuyau 69	177.2100	0.0077	1.3564
Tuyau 70	77.7700	0.0077	0.5953
Tuyau 71	124.8300	0.0077	0.9555
Tuyau 72	225.0100	0.0077	1.7223
Tuyau 73	351.1400	0.0077	2.6877
Tuyau 74	48.6700	0.0077	0.3725
Tuyau 75	507.5300	0.0077	3.8848
Tuyau 76	86.3700	0.0077	0.6611
Tuyau 77	462.4100	0.0077	3.5394
Tuyau 78	371.6500	0.0077	2.8447
Tuyau 79	160.0300	0.0077	1.2249
Tuyau 80	117.3000	0.0077	0.8979
Tuyau 81	77.2100	0.0077	0.5910
Tuyau 82	175.7900	0.0077	1.3456
Tuyau 83	323.7800	0.0077	2.4783
Tuyau 84	163.8000	0.0077	1.2538
Tuyau 85	490.9900	0.0077	3.7582
Tuyau 86	196.3300	0.0077	1.5028
Tuyau 87	252.0900	0.0077	1.9296
Tuyau 88	300.5100	0.0077	2.3002
Tuyau 89	213.8400	0.0077	1.6368
Tuyau 90	333.2400	0.0077	2.5507
Tuyau 91	281.4900	0.0077	2.1546
Tuyau 92	73.3700	0.0077	0.5616
Tuyau 93	65.5900	0.0077	0.5020
Tuyau 94	216.8100	0.0077	1.6595
Tuyau 95	324.3900	0.0077	2.4830
Tuyau 96	354.5100	0.0077	2.7135
Tuyau 97	226.0300	0.0077	1.7301

TRANCON	LONGUEUR (m)	Q _{sp} (l/s/m)	Q _{route} (l/s)
Tuyau 98	408.6900	0.0077	3.1282
Tuyau 99	439.3500	0.0077	3.3629
Tuyau 100	409.6900	0.0077	3.1359
Tuyau 101	316.1400	0.0077	2.4198
Tuyau 102	99.8600	0.0077	0.7644
Tuyau 103	13.4500	0.0077	0.1030
Tuyau 104	15.2300	0.0077	0.1166
Tuyau 105	151.0700	0.0077	1.1563
Tuyau 106	331.4800	0.0077	2.5373
Tuyau 107	393.4500	0.0077	3.0116
Tuyau 108	91.3700	0.0077	0.6994
Tuyau 109	307.0300	0.0077	2.3501
Tuyau 110	61.1400	0.0077	0.4680

- **Calcul des débits aux nœuds :**

Le débit nodal se détermine par l'expression suivante

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_{rte} + Q_{cc} \quad (\text{III.7})$$

Tableau III .11: débits nodaux cas de pointe :

NŒUD	Tançons en commun	débit nodal(l/s)
Noeud 1	B-2	15.32
Noeud 2	2_3_4	4.55
Noeud 3	3_5_16	1.16
Noeud 4	5_6_9	3.12
Noeud 5	6_7	1.98
Noeud 6	7	0.73
Noeud 7	4_8	4.29
Noeud 8	9_10_12	2.04
Noeud 9	10_11_13	2.01
Noeud 10	11	1.26
Noeud 11	13_14_15	1.53
Noeud 12	15_104_105	1.30
Noeud 13	98_105_106	3.41
Noeud 14	106_107	6.12
Noeud 15	107	1.51
Noeud 16	16_17_18	2.25
Noeud 17	18_19_20	2.56
Noeud 18	19	0.38
Noeud 19	20_21_59	2.16
Noeud 20	21_22_29	1.42
Noeud 21	22	0.36

NŒUD	Tançons en commun	débit nodal(l/s)
Noeud 22	23	0.32
Noeud 23	23_24_25	1.63
Noeud 24	24	0.62
Noeud 25	25_26_27	1.94
Noeud 26	26	0.55
Noeud 27	17_27_28	1.72
Noeud 28	28_38_39	1.61
Noeud 29	36_37_38	2.53
Noeud 30	37	0.62
Noeud 31	36_35_34	2.55
Noeud 32	35	0.62
Noeud 33	32_33_34	1.24
Noeud 34	33	0.62
Noeud 35	32	0.27
Noeud 36	30	0.35
Noeud 37	29_30_31	1.64
Noeud 38	31_40	1.36
Noeud 39	40_41_42	1.48
Noeud 40	41	0.41
Noeud 41	42_43_44	1.10
Noeud 42	43	0.41
Noeud 43	44_45_46	1.09
Noeud 44	45	0.40
Noeud 45	46_47_48	1.10
Noeud 46	47	0.40
Noeud 47	12_48_49_39	1.79
Noeud 48	14_49_108	1.23
Noeud 49	50	0.66
Noeud 50	50_51_52	1.68
Noeud 51	51	0.35
Noeud 52	52_53_108	1.38
Noeud 53	53	0.35
Noeud 54	54_55	2.58
Noeud 55	55_56_57	2.89
Noeud 56	56	0.96
Noeud 57	58_59_109	3.35
Noeud 58	58_60	1.37
Noeud 59	60_61_62	1.57
Noeud 60	62_63_64	1.73
Noeud 61	64_64_65	1.21
Noeud 62	63_65_68	1.73

NŒUD	Tançons en commun	débit nodal(l/s)
Noeud 63	66_67	0.50
Noeud 64	61_69_73	3.07
Noeud 65	67_69_70	1.21
Noeud 66	68_70_71	1.24
Noeud 67	71_72_109	2.51
Noeud 68	74_75	2.13
Noeud 69	73_74_110	1.76
Noeud 70	77_78_110	3.43
Noeud 71	72_78_79	2.90
Noeud 72	79_80	1.06
Noeud 73	80_81	0.74
Noeud 74	81_82	0.97
Noeud 75	82_83_84	2.54
Noeud 76	83_84	1.87
Noeud 77	75_76	2.27
Noeud 78	76_77_85	3.98
Noeud 79	86	0.75
Noeud 80	86_87	1.72
Noeud 81	87_88_91	3.19
Noeud 82	88_89_90	3.24
Noeud 83	89_90	2.09
Noeud 84	91_92_93	1.61
Noeud 85	92	0.28
Noeud 86	54_93_94_99	4.63
Noeud 87	100	1.21
Noeud 88	100_101_102	3.16
Noeud 89	101	1.21
Noeud 90	99_102_103	2.12
Noeud 91	57_103_104	1.33
Noeud 92	94_95_96	3.43
Noeud 93	95	1.24
Noeud 94	96_97_98	3.79
Noeud 95	97	0.87

b) Cas de pointe+ incendie horizon (2020) :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent en revanche nous devons s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir est (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud 81

III.3.3.Simulation du réseau par le logiciel EPANET

III 3.3.1. Présentation du logiciel :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. **EPANET** calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau. [5]

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples :

calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel et estimation de l'exposition de la population à une substance. **EPANET** offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, étant

Disponible sous Windows, **EPANET** fournit un environnement intégré pour l'édition de données du réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations de la qualité de l'eau dans les canalisations, les résultats y sont traduits sous plusieurs formats (cartes, tableaux, graphiques).

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. [5] **EPANET** contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques avantageuses dont les suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux téés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

Avant de procéder à la simulation sur **EPANET** le tracé de notre réseau doit être exporté de l'extension DWG sur **AUTOCAD** vers l'extension INP via le logiciel **EPACAD**.

III.3.4.Résultat de la simulation du réseau existant (l'horizon 2020)

Après avoir saisi les données nécessaires à la simulation (demande de base, rugosité des conduites diamètre intérieur des conduites, type de conduite), on lance la simulation du réseau et nous obtenons les pressions en chaque nœud et les vitesses des tançons.

III 3.4.1.Résultats de la simulation du réseau actuel en cas de pointe (horizon 2020)**a) état des nœuds :****TableauIII. 12:** état des nœuds

État des Nœuds du Réseau			
ID Nœud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 5	1.98	87.41	36.41
Noeud 64	3.07	83.52	31.52
Noeud 68	2.13	83.13	37.15
Noeud 74	0.97	82.27	36.19
Noeud 75	2.54	81.64	38.46
Noeud 81	3.19	85.59	45.41
Noeud 89	1.21	86.14	46.95
Noeud 95	0.87	82.94	44.58
Noeud 92	3.34	84.78	45.05
Noeud 93	1.24	81.1	41.74
Noeud 85	0.28	85.82	44.55
Noeud 82	3.24	78.1	39.18
Noeud 83	2.09	77.75	38.85
Noeud 66	1.24	83.53	31.78
Noeud 62	1.73	82.84	30.46
Noeud 61	1.21	82.81	29.61
Noeud 63	0.5	83	30.22
Noeud 60	1.73	83.13	28.46
Noeud 17	2.56	92.65	40.82
Noeud 16	2.25	94.2	39.99
Noeud 3	1.16	95.91	40.11
Noeud 2	4.55	95.99	40.1
Noeud 4	3.12	87.44	33.38
Noeud 1	15.32	98.6	31.75
Noeud 27	1.72	93.17	40.09
Noeud 28	1.61	91.92	41.12
Noeud 47	1.79	88.36	40.3
Noeud 48	1.23	88.11	41.55
Noeud 52	1.38	87.87	41.39
Noeud 50	1.68	87.68	41.15
Noeud 49	0.66	87.67	42.01
Noeud 11	1.53	86.8	40.57

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 8	2.04	87.22	38.54
Noeud 9	2.01	87.01	40.09
Noeud 53	0.35	87.85	42.71
Noeud 51	0.35	87.66	42.52
Noeud 30	0.62	91.5	43.69
Noeud 45	1.1	88.36	40.55
Noeud 32	0.62	90.87	43.12
Noeud 43	1.09	88.37	40.62
Noeud 34	0.62	90.85	43.1
Noeud 41	1.1	88.38	40.63
Noeud 39	1.48	88.41	41.1
Noeud 38	1.36	88.49	41.24
Noeud 46	0.4	88.32	41.74
Noeud 44	0.4	88.33	42.28
Noeud 42	0.41	88.34	41.8
Noeud 40	0.41	88.37	42.12
Noeud 22	0.32	92.38	41.88
Noeud 25	1.94	92.56	40.92
Noeud 26	0.55	92.5	42.32
Noeud 23	1.63	92.38	41.57
Noeud 24	0.62	92.26	43.56
Noeud 19	2.16	91.91	39.88
Noeud 57	3.35	85.65	32.54
Noeud 18	0.38	92.62	41.84
Noeud 20	1.42	89.76	38.67
Noeud 21	0.36	89.73	39.22
Noeud 37	1.64	88.94	40.01
Noeud 36	0.36	88.92	40.79
Noeud 33	1.24	90.97	41.83
Noeud 31	2.55	91	40.81
Noeud 29	2.53	91.62	41.11
Noeud 78	3.98	83.47	43.06
Noeud 12	0.75	86.43	42.67
Noeud 91	1.33	86.41	42.98
Noeud 90	2.12	86.41	42.98
Noeud 86	4.63	85.88	43.62
Noeud 54	2.58	86.26	41.17
Noeud 73	0.74	82.56	36.07
Noeud 72	1.06	83.11	35.04
Noeud 71	2.9	83.13	34.48
Noeud 70	3.43	83.13	36.98
Noeud 69	1.76	83.13	37.04
Noeud 77	2.27	83.3	41.26
Noeud 76	1.87	81.3	39.39

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 88	3.16	86.35	44.82
Noeud 87	1.21	85.64	45.56
Noeud 13	3.41	91.21	47.39
Noeud 94	3.79	82.99	43.81
Noeud 6	0.73	87.41	34.49
Noeud 10	1.26	87	39.24
Noeud 67	2.51	83.65	32.57
Noeud 14	6.12	93.9	49.19
Noeud 15	1.51	93.52	50.72
Noeud 65	1.21	83.51	31.16
Noeud 59	1.57	84.04	28.52
Noeud 7	4.29	95.42	37.75
Noeud 58	1.37	84.31	28.46
Noeud 35	0.27	90.97	42.27
Noeud 55	2.89	86.3	40.87
Noeud 56	0.96	86.25	44.36
Noeud 79	0.75	83.89	43.95
Noeud 80	1.72	84.03	44.31
Noeud 84	1.61	85.82	43.21

b)Etat des tronçons**TableauIII. 12:** état des tronçons

ID Tuyau	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 82	175.79	110.2	0.62	3.55
Tuyau 95	324.39	54	0.73	11.36
Tuyau 89	213.84	79.2	0.32	1.64
Tuyau 90	333.24	79.2	0.25	1.05
Tuyau 68	122.52	54	0.49	5.69
Tuyau 66	69.87	54	0.33	2.74
Tuyau 64	138.37	54	0.3	2.32
Tuyau 3	43.22	446	1.05	1.77
Tuyau 17	101.75	216	1.68	10.1
Tuyau 36	413.1	141	0.45	1.51
Tuyau 49	111.71	156	0.59	2.2
Tuyau 108	91.37	118	0.54	2.62
Tuyau 50	172.95	118	0.08	0.09
Tuyau 13	108.67	266	0.8	1.97
Tuyau 46	90.56	216	0.12	0.09
Tuyau 44	90.11	216	0.18	0.17
Tuyau 45	104.88	74	0.12	0.35
Tuyau 43	106.23	74	0.13	0.36
Tuyau 41	106.58	74	0.13	0.36
Tuyau 23	82.67	118	0.04	0.03

ID Tuyau	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 26	144.33	79.2	0.15	0.43
Tuyau 22	92.98	74	0.11	0.29
Tuyau 30	92.52	74	0.11	0.29
Tuyau 33	161.81	74	0.19	0.74
Tuyau 35	162.87	74	0.19	0.74
Tuyau 37	161.11	74	0.19	0.74
Tuyau 104	15.23	352.6	0.69	1.09
Tuyau 103	13.45	352.6	0.5	0.59
Tuyau 99	439.35	277.6	0.63	1.19
Tuyau 92	73.37	110.2	0.04	0.03
Tuyau 94	216.81	110.2	0.75	5.07
Tuyau 81	77.21	118	0.66	3.75
Tuyau 80	117.3	118	0.75	4.74
Tuyau 79	160.03	266	0.17	0.12
Tuyau 78	371.65	266	0.03	0.01
Tuyau 77	462.41	156	0.32	0.72
Tuyau 110	61.14	216	0.01	0
Tuyau 83	323.78	74	0.24	1.06
Tuyau 84	163.8	74	0.35	2.09
Tuyau 102	99.86	176.2	0.31	0.57
Tuyau 101	316.14	96.8	0.22	0.66
Tuyau 7	191.8	277.6	0.02	0
Tuyau 109	307.03	156	1.07	6.51
Tuyau 72	225.01	156	0.61	2.32
Tuyau 29	172.19	150	0.88	4.74
Tuyau 11	329.01	176.2	0.07	0.04
Tuyau 71	124.83	141	0.35	0.95
Tuyau 60	48.23	141	0.94	5.56
Tuyau 1	3164.83	600	0.84	0.97
Tuyau 67	60.12	54	0.62	8.54
Tuyau 93	65.59	277.6	0.56	0.95
Tuyau 56	251.43	118	0.12	0.17
Tuyau 34	89.92	141	0.18	0.3
Tuyau 32	71.05	141	0.02	0.01
Tuyau 86	196.33	79.2	0.2	0.74
Tuyau 87	252.09	79.2	0.67	6.17
Tuyau 74	48.67	118	0.09	0.1
Tuyau 73	351.14	118	0.33	1.08
Tuyau 2	838.04	440.6	1.43	3.11
Tuyau 106	331.49	176.4	1.33	8.12
Tuyau 98	408.69	74	1.21	20.12
Tuyau 105	151.07	118	2.09	31.65
Tuyau 53	92.67	74	0.11	0.28

ID Tuyau	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 15	174.49	266	0.83	2.11
Tuyau 51	91	74	0.11	0.28
Tuyau 91	281.49	277.6	0.51	0.83
Tuyau 88	300.51	79.2	1.45	24.93
Tuyau 85	490.99	156	0.86	4.32
Tuyau 76	86.37	118	0.45	1.89
Tuyau 75	507.53	118	0.17	0.34
Tuyau 24	162.54	74	0.19	0.74
Tuyau 16	115.24	266	2.35	14.88
Tuyau 58	309.63	156	0.86	4.34
Tuyau 42	91.24	216	0.23	0.27
Tuyau 47	105.73	74	0.12	0.35
Tuyau 48	89.98	216	0.07	0.03
Tuyau 19	99.79	74	0.12	0.32
Tuyau 10	88.41	266	0.87	2.35
Tuyau 39	166.29	156	2.03	21.44
Tuyau 38	86.76	141	0.73	3.5
Tuyau 97	226.03	110.2	0.12	0.2
Tuyau 6	118	163.6	0.17	0.23
Tuyau 12	100.37	156	1.44	11.3
Tuyau 9	344.13	266	0.43	0.63
Tuyau 107	393.45	96.8	0.27	0.98
Tuyau 4	307.56	277.6	0.8	1.86
Tuyau 8	813.91	266	0.77	1.86
Tuyau 96	354.51	54	0.46	5.06
Tuyau 100	409.69	79.2	0.33	1.73
Tuyau 57	319.27	266	0.32	0.36
Tuyau 55	184.59	266	0.22	0.19
Tuyau 54	489.25	176.2	0.37	0.78
Tuyau 69	177.21	141	0.02	0.01
Tuyau 61	273.65	141	0.52	1.92
Tuyau 62	88.73	79.2	0.89	10.24
Tuyau 63	224.04	79.2	0.28	1.31
Tuyau 65	106.66	54	0.09	0.27
Tuyau 70	77.77	141	0.17	0.26
Tuyau 59	258.58	156	2.17	24.22
Tuyau 21	106.94	118	1.64	20.13
Tuyau 20	198.17	266	1.12	3.71
Tuyau 31	165.11	156	0.67	2.77
Tuyau 40	189.29	216	0.3	0.43
Tuyau 18	371.88	266	1.19	4.16
Tuyau 25	180.04	118	0.31	0.99
Tuyau 27	181.96	118	0.62	3.35

ID Tuyau	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
Tuyau 28	166.63	216	1.43	7.48
Tuyau 52	176.32	118	0.33	1.07
Tuyau 14	117.53	74	0.88	11.15
Tuyau 5	145.06	118	2.89	58.4

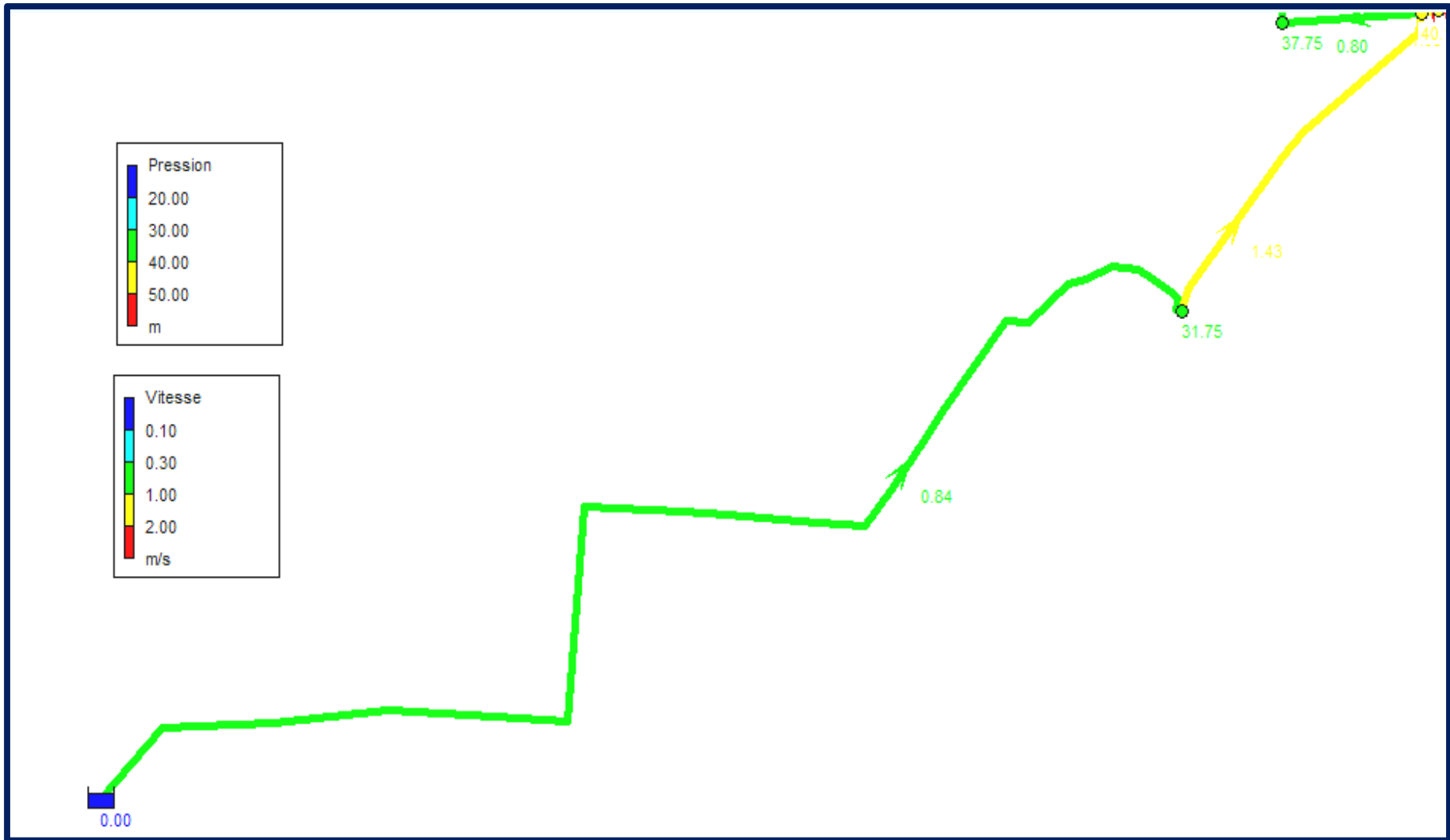


Figure III.7. Pressions et vitesses dans le réseau (partie1) cas de pointe

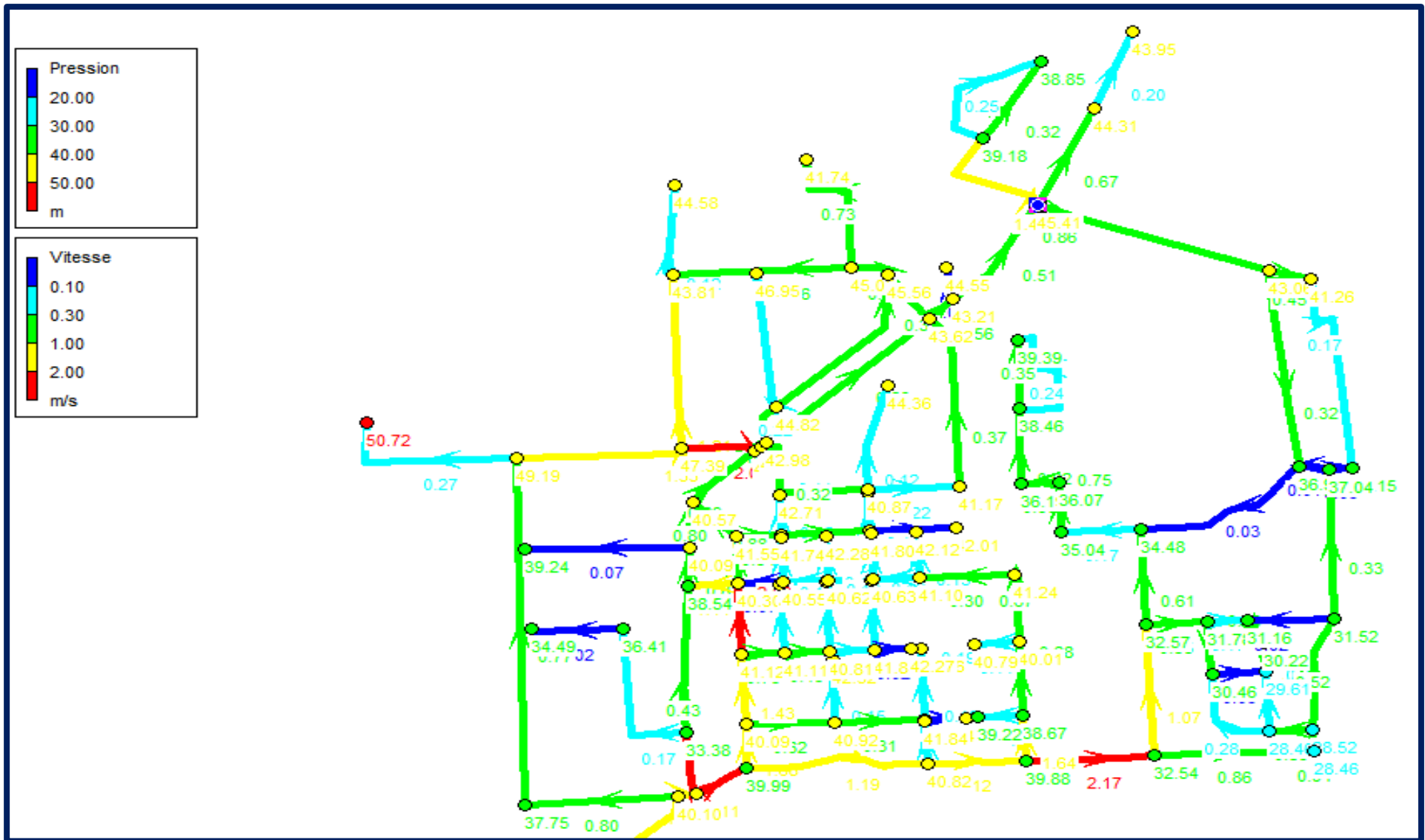


Figure III.8. Pressions et vitesses dans le réseau (partie2) en cas de pointe

III.3.4.2. résultats de la simulation en cas de pointe+ incendie pour le réseau actuel (horizon2020)

a) état des nœuds

Tableau III .14: état des nœuds :

État des Nœuds du Réseau			
ID Nœud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 5	1.98	83.7	32.7
Noeud 64	3.07	79.83	27.83
Noeud 68	2.13	79.15	33.17
Noeud 74	0.97	78.31	32.23
Noeud 75	2.54	77.68	34.5
Noeud 81	20.19	80.5	40.32
Noeud 89	1.21	81.86	42.67
Noeud 95	0.87	79.38	41.02
Noeud 92	3.34	80.2	40.47
Noeud 93	1.24	76.51	37.15
Noeud 85	0.28	81.05	39.78
Noeud 82	3.24	73.01	34.09
Noeud 83	2.09	72.66	33.76
Noeud 66	1.24	79.85	28.1
Noeud 62	1.73	79.24	26.86
Noeud 61	1.21	79.2	26
Noeud 63	0.5	79.36	26.58
Noeud 60	1.73	79.57	24.9
Noeud 17	2.56	90.86	39.03
Noeud 16	2.25	92.72	38.51
Noeud 3	1.16	94.78	38.98
Noeud 2	4.55	94.87	38.98
Noeud 4	3.12	83.72	29.66
Noeud 1	15.32	98.01	31.16
Noeud 27	1.72	91.49	38.41
Noeud 28	1.61	89.95	39.15
Noeud 47	1.79	85.22	37.16
Noeud 48	1.23	84.93	38.37
Noeud 52	1.38	84.69	38.21
Noeud 50	1.68	84.5	37.97
Noeud 49	0.66	84.48	38.82
Noeud 11	1.53	82.76	36.53
Noeud 8	2.04	83.42	34.74
Noeud 9	2.01	83.1	36.18
Noeud 53	0.35	84.66	39.52
Noeud 51	0.35	84.47	39.33
Noeud 30	0.62	89.53	41.72
Noeud 45	1.1	85.23	37.42
Noeud 32	0.62	88.9	41.15

État des Nœuds du Réseau			
ID Nœud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 43	1.09	85.25	37.5
Noeud 34	0.62	88.88	41.13
Noeud 41	1.1	85.28	37.53
Noeud 39	1.48	85.32	38.01
Noeud 38	1.36	85.44	38.19
Noeud 46	0.4	85.19	38.61
Noeud 44	0.4	85.21	39.16
Noeud 42	0.41	85.24	38.7
Noeud 40	0.41	85.28	39.03
Noeud 22	0.32	90.7	40.2
Noeud 25	1.94	90.88	39.24
Noeud 26	0.55	90.82	40.64
Noeud 23	1.63	90.7	39.89
Noeud 24	0.62	90.58	41.88
Noeud 19	2.16	89.97	37.94
Noeud 57	3.35	82.45	29.34
Noeud 18	0.38	90.83	40.05
Noeud 20	1.42	87.18	36.09
Noeud 21	0.36	87.15	36.64
Noeud 37	1.64	86.08	37.15
Noeud 36	0.36	86.06	37.93
Noeud 33	1.24	89	39.86
Noeud 31	2.55	89.02	38.83
Noeud 29	2.53	89.65	39.14
Noeud 78	3.98	79.27	38.86
Noeud 12	0.75	82.16	38.4
Noeud 91	1.33	82.14	38.71
Noeud 90	2.12	82.13	38.7
Noeud 86	4.63	81.19	38.93
Noeud 54	2.58	81.91	36.82
Noeud 73	0.74	78.6	32.11
Noeud 72	1.06	79.15	31.08
Noeud 71	2.9	79.17	30.52
Noeud 70	3.43	79.17	33.02
Noeud 69	1.76	79.17	33.08
Noeud 77	2.27	79.18	37.14
Noeud 76	1.87	77.34	35.43
Noeud 88	3.16	82.07	40.54
Noeud 87	1.21	81.36	41.28
Noeud 13	3.41	88.87	45.05
Noeud 94	3.79	79.43	40.25
Noeud 6	0.73	83.69	30.77
Noeud 10	1.26	83.09	35.33
Noeud 67	2.51	79.95	28.87

État des Nœuds du Réseau			
ID Nœud	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 14	6.12	92.35	47.64
Noeud 15	1.51	91.96	49.16
Noeud 65	1.21	79.83	27.48
Noeud 59	1.57	80.54	25.02
Noeud 7	4.29	94.19	36.52
Noeud 84	1.61	81.05	38.44
Noeud 58	1.37	80.86	25.01
Noeud 35	0.27	89	40.3
Noeud 55	2.89	81.97	36.54
Noeud 56	0.96	81.93	40.04
Noeud 79	0.75	78.8	38.86
Noeud 80	1.72	78.95	39.23

b) état des conduites

Tableau III. 15: état des arcs

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Pertes de Charge Unitaires (m/km)
Tuyau 82	175.79	110.2	0.62	3.55
Tuyau 95	324.39	54	0.73	11.36
Tuyau 89	213.84	79.2	0.32	1.64
Tuyau 90	333.24	79.2	0.25	1.05
Tuyau 68	122.52	54	0.46	4.98
Tuyau 66	69.87	54	0.29	2.29
Tuyau 64	138.37	54	0.32	2.65
Tuyau 3	43.22	446	1.16	2.14
Tuyau 17	101.75	216	1.85	12.12
Tuyau 36	413.1	141	0.45	1.51
Tuyau 49	111.71	156	0.65	2.63
Tuyau 108	91.37	118	0.54	2.62
Tuyau 50	172.95	118	0.08	0.09
Tuyau 13	108.67	266	1.02	3.12
Tuyau 46	90.56	216	0.2	0.2
Tuyau 44	90.11	216	0.25	0.31
Tuyau 45	104.88	74	0.12	0.35
Tuyau 43	106.23	74	0.13	0.36
Tuyau 41	106.58	74	0.13	0.36
Tuyau 23	82.67	118	0.04	0.03
Tuyau 26	144.33	79.2	0.15	0.43
Tuyau 22	92.98	74	0.11	0.29
Tuyau 30	92.52	74	0.11	0.29
Tuyau 33	161.81	74	0.19	0.74
Tuyau 35	162.87	74	0.19	0.74

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Pertes de Charge Unitaires (m/km)
Tuyau 37	161.11	74	0.19	0.74
Tuyau 104	15.23	352.6	0.88	1.69
Tuyau 103	13.45	352.6	0.64	0.95
Tuyau 99	439.35	277.6	0.87	2.14
Tuyau 92	73.37	110.2	0.04	0.03
Tuyau 94	216.81	110.2	0.71	4.57
Tuyau 81	77.21	118	0.66	3.75
Tuyau 80	117.3	118	0.75	4.74
Tuyau 79	160.03	266	0.17	0.12
Tuyau 78	371.65	266	0.02	0
Tuyau 77	462.41	156	0.16	0.22
Tuyau 110	61.14	216	0.01	0
Tuyau 83	323.78	74	0.24	1.06
Tuyau 84	163.8	74	0.35	2.09
Tuyau 102	99.86	176.2	0.31	0.57
Tuyau 101	316.14	96.8	0.22	0.66
Tuyau 7	191.8	277.6	0.02	0
Tuyau 109	307.03	156	1.21	8.13
Tuyau 72	225.01	156	0.76	3.48
Tuyau 29	172.19	150	1.03	6.35
Tuyau 11	329.01	176.2	0.07	0.04
Tuyau 71	124.83	141	0.33	0.86
Tuyau 60	48.23	141	1.04	6.71
Tuyau 1	3164.83	600	0.93	1.15
Tuyau 67	60.12	54	0.59	7.77
Tuyau 93	65.59	277.6	0.86	2.12
Tuyau 56	251.43	118	0.12	0.17
Tuyau 34	89.92	141	0.18	0.3
Tuyau 32	71.05	141	0.02	0.01
Tuyau 86	196.33	79.2	0.2	0.74
Tuyau 87	252.09	79.2	0.67	6.17
Tuyau 74	48.67	118	0.2	0.44
Tuyau 73	351.14	118	0.45	1.88
Tuyau 2	838.04	440.6	1.58	3.74
Tuyau 106	331.49	176.4	1.53	10.5
Tuyau 98	408.69	74	1.3	23.1
Tuyau 105	151.07	118	2.5	44.36
Tuyau 53	92.67	74	0.11	0.28
Tuyau 15	174.49	266	1.07	3.43
Tuyau 51	91	74	0.11	0.28
Tuyau 91	281.49	277.6	0.82	1.94
Tuyau 88	300.51	79.2	1.45	24.93
Tuyau 85	490.99	156	0.64	2.5

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Pertes de Charge Unitaires (m/km)
Tuyau 76	86.37	118	0.34	1.12
Tuyau 75	507.53	118	0.06	0.05
Tuyau 24	162.54	74	0.19	0.74
Tuyau 16	115.24	266	2.59	17.85
Tuyau 58	309.63	156	0.94	5.14
Tuyau 42	91.24	216	0.31	0.44
Tuyau 47	105.73	74	0.12	0.35
Tuyau 48	89.98	216	0.14	0.11
Tuyau 19	99.79	74	0.12	0.32
Tuyau 10	88.41	266	1.1	3.59
Tuyau 39	166.29	156	2.36	28.43
Tuyau 38	86.76	141	0.73	3.5
Tuyau 97	226.03	110.2	0.12	0.2
Tuyau 6	118	163.6	0.17	0.23
Tuyau 12	100.37	156	1.85	17.96
Tuyau 9	344.13	266	0.51	0.88
Tuyau 107	393.45	96.8	0.27	0.98
Tuyau 4	307.56	277.6	0.88	2.21
Tuyau 8	813.91	266	0.86	2.27
Tuyau 96	354.51	54	0.29	2.17
Tuyau 100	409.69	79.2	0.33	1.73
Tuyau 57	319.27	266	0.39	0.52
Tuyau 55	184.59	266	0.29	0.32
Tuyau 54	489.25	176.2	0.52	1.48
Tuyau 69	177.21	141	0.03	0.02
Tuyau 61	273.65	141	0.61	2.57
Tuyau 62	88.73	79.2	0.92	10.9
Tuyau 63	224.04	79.2	0.3	1.48
Tuyau 65	106.66	54	0.1	0.32
Tuyau 70	77.77	141	0.16	0.23
Tuyau 59	258.58	156	2.39	29.08
Tuyau 21	106.94	118	1.88	26.1
Tuyau 20	198.17	266	1.24	4.51
Tuyau 31	165.11	156	0.81	3.91

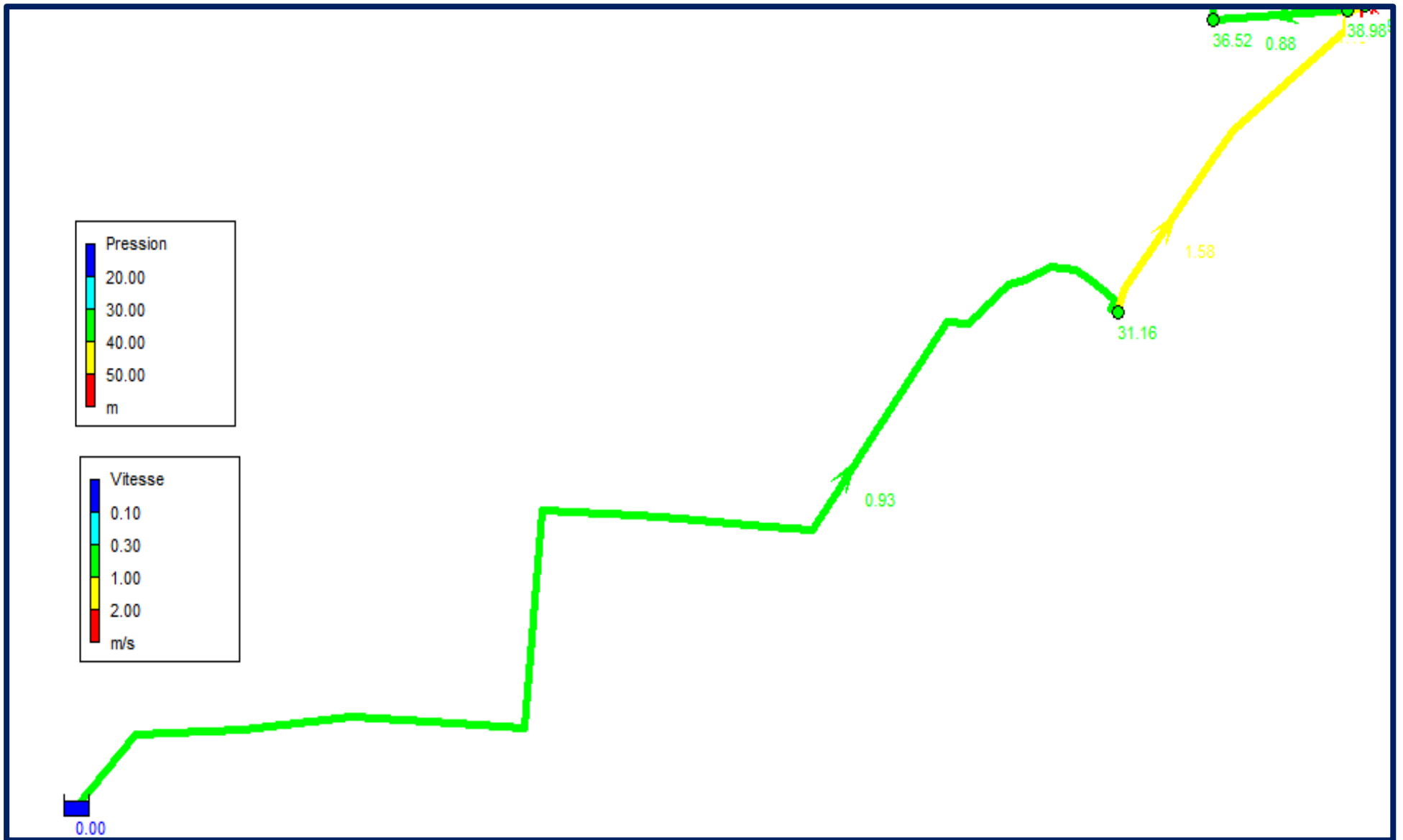


Figure III.9. pressions et vitesses du réseau (partie1) en cas de pointe + incendie



Figure III.10 Pressions et vitesses dans le réseau (partie2) en cas de pointe + incendie

Interprétation :

Le réseau actuel présente de bonnes pressions dans le cas de pointe et pointe + incendie (2 à 4 bars) par ailleurs les vitesses sont excessivement faibles dans certains tronçons (0.01 m/s) et excessive dans 3 autres tronçons atteignant les (2.39m/s) de ce fait nous devons vérifier notre réseau pour l'horizon 2050.

III.3.5 calcul des débits pour l'horizon futur :**a) Cas de pointe horizon (2050)**

D'après le tableau II.7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que l'heure de pointe est entre 11 h à 12 h

$$Q_{pte} = 193.2825 \text{ l/s}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

- **Débit route (Q_{rte}):** $Q_{rte} = Q_{pte} - \Sigma Q_{cc} = 193.2825 - 0.231 = 193.05151 \text{ l/s}$

- **Débit spécifique :**

$$\Sigma L_i = 25221.$$

Donc:
$$q_{sp} = \frac{193.05151}{25221.26} = 0.0077 \text{ L/s/m}$$

- **Débit en route pour chaque tronçon**

Tableau III.16 : débits en route :

TRANCON	Longueur (m)	Qsp (l/s/m)	Qroute (l/s)
Tuyau 1	3164.8300	0.0161	50.9112
Tuyau 2	838.0400	0.0161	13.4812
Tuyau 3	43.2200	0.0161	0.6953
Tuyau 4	307.5600	0.0161	4.9476
Tuyau 5	145.0600	0.0161	2.3335
Tuyau 6	324.7500	0.0161	5.2241
Tuyau 7	191.8000	0.0161	3.0854
Tuyau 8	813.9100	0.0161	13.0930
Tuyau 9	344.1300	0.0161	5.5359
Tuyau 10	88.4100	0.0161	1.4222
Tuyau 11	329.0100	0.0161	5.2926
Tuyau 12	100.3700	0.0161	1.6146
Tuyau 13	108.6700	0.0161	1.7481
Tuyau 14	117.5300	0.0161	1.8907
Tuyau 15	174.4900	0.0161	2.8069
Tuyau 16	115.2400	0.0161	1.8538
Tuyau 17	101.7500	0.0161	1.6368
Tuyau 18	371.8800	0.0161	5.9823
Tuyau 19	99.7900	0.0161	1.6053
Tuyau 20	198.1700	0.0161	3.1879

TRANCON	Longueur (m)	Qsp (l/s/m)	Qroute (l/s)
Tuyau 21	106.9400	0.0161	1.7203
Tuyau 22	92.9800	0.0161	1.4957
Tuyau 23	82.6700	0.0161	1.3299
Tuyau 24	162.5400	0.0161	2.6147
Tuyau 25	180.0400	0.0161	2.8962
Tuyau 26	144.3300	0.0161	2.3218
Tuyau 27	181.9600	0.0161	2.9271
Tuyau 28	166.6300	0.0161	2.6805
Tuyau 29	172.1900	0.0161	2.7699
Tuyau 30	92.5200	0.0161	1.4883
Tuyau 31	165.1100	0.0161	2.6561
Tuyau 32	71.0500	0.0161	1.1429
Tuyau 33	161.8100	0.0161	2.6030
Tuyau 34	89.9200	0.0161	1.4465
Tuyau 35	162.8700	0.0161	2.6200
Tuyau 36	413.1000	0.0161	6.6454
Tuyau 37	161.1100	0.0161	2.5917
Tuyau 38	86.7600	0.0161	1.3957
Tuyau 39	166.2900	0.0161	2.6750
Tuyau 40	189.2900	0.0161	3.0450
Tuyau 41	106.5800	0.0161	1.7145
Tuyau 42	91.2400	0.0161	1.4677
Tuyau 43	106.2300	0.0161	1.7089
Tuyau 44	90.1100	0.0161	1.4496
Tuyau 45	104.8800	0.0161	1.6872
Tuyau 46	90.5600	0.0161	1.4568
Tuyau 47	105.7300	0.0161	1.7008
Tuyau 48	89.9800	0.0161	1.4475
Tuyau 49	111.7100	0.0161	1.7970
Tuyau 50	172.9500	0.0161	2.7822
Tuyau 51	91.0000	0.0161	1.4639
Tuyau 52	176.3200	0.0161	2.8364
Tuyau 53	92.6700	0.0161	1.4907
Tuyau 54	489.2500	0.0161	7.8703
Tuyau 55	184.5900	0.0161	2.9694
Tuyau 56	251.4300	0.0161	4.0446
Tuyau 57	319.2700	0.0161	5.1360
Tuyau 58	309.6300	0.0161	4.9809
Tuyau 59	258.5800	0.0161	4.1597
Tuyau 60	48.2300	0.0161	0.7759
Tuyau 61	273.6500	0.0161	4.4021
Tuyau 62	88.7300	0.0161	1.4274
Tuyau 63	224.0400	0.0161	3.6040
Tuyau 64	138.3700	0.0161	2.2259
Tuyau 65	106.6600	0.0161	1.7158

TRANCON	Longueur (m)	Qsp (l/s/m)	Qroute (l/s)
Tuyau 66	69.8700	0.0161	1.1240
Tuyau 67	60.1200	0.0161	0.9671
Tuyau 68	122.5200	0.0161	1.9709
Tuyau 69	177.2100	0.0161	2.8507
Tuyau 70	77.7700	0.0161	1.2511
Tuyau 71	124.8300	0.0161	2.0081
Tuyau 72	225.0100	0.0161	3.6196
Tuyau 73	351.1400	0.0161	5.6486
Tuyau 74	48.6700	0.0161	0.7829
Tuyau 75	507.5300	0.0161	8.1644
Tuyau 76	86.3700	0.0161	1.3894
Tuyau 77	462.4100	0.0161	7.4386
Tuyau 78	371.6500	0.0161	5.9786
Tuyau 79	160.0300	0.0161	2.5743
Tuyau 80	117.3000	0.0161	1.8870
Tuyau 81	77.2100	0.0161	1.2420
Tuyau 82	175.7900	0.0161	2.8279
Tuyau 83	323.7800	0.0161	5.2085
Tuyau 84	163.8000	0.0161	2.6350
Tuyau 85	490.9900	0.0161	7.8983
Tuyau 86	196.3300	0.0161	3.1583
Tuyau 87	252.0900	0.0161	4.0553
Tuyau 88	300.5100	0.0161	4.8342
Tuyau 89	213.8400	0.0161	3.4399
Tuyau 90	333.2400	0.0161	5.3607
Tuyau 91	281.4900	0.0161	4.5282
Tuyau 92	73.3700	0.0161	1.1803
Tuyau 93	65.5900	0.0161	1.0551
Tuyau 94	216.8100	0.0161	3.4877
Tuyau 95	324.3900	0.0161	5.2183
Tuyau 96	354.5100	0.0161	5.7028
Tuyau 97	226.0300	0.0161	3.6360
Tuyau 98	408.6900	0.0161	6.5744
Tuyau 99	439.3500	0.0161	7.0676
Tuyau 100	409.6900	0.0161	6.5905
Tuyau 101	316.1400	0.0161	5.0856
Tuyau 102	99.8600	0.0161	1.6064
Tuyau 103	13.4500	0.0161	0.2164
Tuyau 104	15.2300	0.0161	0.2450
Tuyau 105	151.0700	0.0161	2.4302
Tuyau 106	331.4800	0.0161	5.3324
Tuyau 107	393.4500	0.0161	6.3293
Tuyau 108	91.3700	0.0161	1.4698
Tuyau 109	307.0300	0.0161	4.9391
Tuyau 110	61.1400	0.0161	0.9835

- Calcul des débits aux nœuds :

Tableau III .17: débits nodaux cas de pointe

NŒUD	Tançons en communs	débit nodal(l/s)
Noeud 1	B-2	32.20
Noeud 2	2_3_4	9.56
Noeud 3	3_5_16	2.44
Noeud 4	5_6_9	6.55
Noeud 5	6_7	4.15
Noeud 6	7	1.54
Noeud 7	4_8	9.02
Noeud 8	9_10_12	4.29
Noeud 9	10_11_13	4.23
Noeud 10	11	2.65
Noeud 11	13_14_15	3.22
Noeud 12	15_104_105	2.74
Noeud 13	98_105_106	7.17
Noeud 14	106_107	12.61
Noeud 15	107	3.16
Noeud 16	16_17_18	4.74
Noeud 17	18_19_20	5.39
Noeud 18	19	0.80
Noeud 19	20_21_59	4.53
Noeud 20	21_22_29	2.99
Noeud 21	22	0.75
Noeud 22	23	0.66
Noeud 23	23_24_25	3.42
Noeud 24	24	1.31
Noeud 25	25_26_27	4.07
Noeud 26	26	1.16
Noeud 27	17_27_28	3.62
Noeud 28	28_38_39	3.38
Noeud 29	36_37_38	5.32
Noeud 30	37	1.30
Noeud 31	36_35_34	5.36
Noeud 32	35	1.31
Noeud 33	32_33_34	2.60
Noeud 34	33	1.30
Noeud 35	32	0.57
Noeud 36	30	0.74
Noeud 37	29_30_31	3.46
Noeud 38	31_40	2.85

NŒUD	Tançons en communs	débit nodal(l/s)
Noeud 39	40_41_42	3.11
Noeud 40	41	0.86
Noeud 41	42_43_44	2.31
Noeud 42	43	0.85
Noeud 43	44_45_46	2.30
Noeud 44	45	0.84
Noeud 45	46_47_48	2.30
Noeud 46	47	0.85
Noeud 47	12_48_49_39	3.77
Noeud 48	14_49_108	2.58
Noeud 49	50	1.39
Noeud 50	50_51_52	3.54
Noeud 51	51	0.73
Noeud 52	52_53_108	2.90
Noeud 53	53	0.75
Noeud 54	54_55	5.42
Noeud 55	55_56_57	6.08
Noeud 56	56	2.02
Noeud 57	58_59_109	7.04
Noeud 58	58_60	2.88
Noeud 59	60_61_62	3.30
Noeud 60	62_63_64	3.63
Noeud 61	64_64_65	2.53
Noeud 62	63_65_68	3.65
Noeud 63	66_67	1.05
Noeud 64	61_69_73	6.45
Noeud 65	67_69_70	2.53
Noeud 66	68_70_71	2.62
Noeud 67	71_72_109	5.28
Noeud 68	74_75	4.47
Noeud 69	73_74_110	3.71
Noeud 70	77_78_110	7.20
Noeud 71	72_78_79	6.09
Noeud 72	79_80	2.23
Noeud 73	80_81	1.56
Noeud 74	81_82	2.03
Noeud 75	82_83_84	5.34
Noeud 76	83_84	3.92
Noeud 77	75_76	4.78
Noeud 78	76_77_85	8.36
Noeud 79	86	1.58

NŒUD	Tançons en communs	débit nodal(l/s)
Noeud 80	86_87	3.61
Noeud 81	87_88_91	6.71
Noeud 82	88_89_90	6.82
Noeud 83	89_90	4.40
Noeud 84	91_92_93	3.38
Noeud 85	92	0.59
Noeud 86	54_93_94_99	9.74
Noeud 87	100	2.54
Noeud 88	100_101_102	6.64
Noeud 89	101	2.54
Noeud 90	99_102_103	4.46
Noeud 91	57_103_104	2.80
Noeud 92	94_95_96	7.20
Noeud 93	95	2.61
Noeud 94	96_97_98	7.96
Noeud 95	97	1.82

b). Cas de pointe+ incendie horizon (2050) :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir est (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud **81** avec une cote de terrain de 40.18 m.

III.3.6.Résultat de la simulation du réseau existant pour l'horizon 2050)

III .3.6.1. résultats de la simulation en cas de pointe :

a)état des nœuds :

Tableau III.18: état des nœuds :

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 5	4.15	42.79	-8.21
Noeud 64	6.45	27.36	-24.64
Noeud 68	4.47	25.85	-20.13
Noeud 74	2.03	22.46	-23.62
Noeud 75	5.34	20.06	-23.12
Noeud 81	6.71	35.55	-4.63
Noeud 89	2.54	37.75	-1.44
Noeud 95	1.82	25.72	-12.64
Noeud 92	7.2	32.33	-7.4
Noeud 93	2.61	18.13	-21.23
Noeud 85	0.59	36.44	-4.83

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 66	2.62	27.43	-24.32
Noeud 62	3.65	24.78	-27.6
Noeud 61	2.53	24.69	-28.51
Noeud 63	1.05	25.4	-27.38
Noeud 60	3.63	25.88	-28.79
Noeud 17	5.39	64.55	12.72
Noeud 16	4.74	70.84	16.63
Noeud 3	2.44	77.97	22.17
Noeud 2	9.56	78.28	22.39
Noeud 4	6.55	42.89	-11.17
Noeud 1	30.2	88.79	21.94
Noeud 27	3.62	66.63	13.55
Noeud 28	3.38	61.53	10.73
Noeud 47	3.77	46.76	-1.3
Noeud 48	2.58	45.78	-0.78
Noeud 52	2.9	44.85	-1.63
Noeud 50	3.54	44.12	-2.41
Noeud 49	1.39	44.07	-1.59
Noeud 11	3.22	40.34	-5.89
Noeud 8	4.29	42.04	-6.64
Noeud 9	4.23	41.2	-5.72
Noeud 53	0.75	44.75	-0.39
Noeud 51	0.73	44.03	-1.11
Noeud 30	1.3	59.91	12.1
Noeud 45	2.3	46.78	-1.03
Noeud 32	1.31	57.51	9.76
Noeud 43	2.3	46.81	-0.94
Noeud 34	1.3	57.42	9.67
Noeud 41	2.31	46.87	-0.88
Noeud 39	3.11	46.97	-0.34
Noeud 38	2.85	47.3	0.05
Noeud 46	0.85	46.64	0.06
Noeud 44	0.84	46.68	0.63
Noeud 42	0.85	46.73	0.19
Noeud 40	0.86	46.83	0.58
Noeud 22	0.66	63.56	13.06
Noeud 25	4.07	64.25	12.61
Noeud 26	1.16	64.01	13.83
Noeud 23	3.42	63.57	12.76
Noeud 24	1.31	63.11	14.41
Noeud 19	4.53	61.57	9.54
Noeud 57	7.04	35.84	-17.27

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 18	0.8	64.43	13.65
Noeud 20	2.99	52.55	1.46
Noeud 21	0.75	52.45	1.94
Noeud 37	3.46	49.18	0.25
Noeud 36	0.74	49.09	0.96
Noeud 33	2.6	57.87	8.73
Noeud 31	5.36	57.97	7.78
Noeud 29	5.32	60.35	9.84
Noeud 78	8.36	27.14	-13.27
Noeud 12	2.74	38.84	-4.92
Noeud 91	2.8	38.77	-4.66
Noeud 90	4.46	38.74	-4.69
Noeud 86	9.74	36.69	-5.57
Noeud 54	5.42	38.18	-6.91
Noeud 73	1.56	23.59	-22.9
Noeud 72	2.23	25.78	-22.29
Noeud 71	6.09	25.86	-22.79
Noeud 70	7.2	25.87	-20.28
Noeud 69	3.71	25.87	-20.22
Noeud 77	4.78	26.51	-15.53
Noeud 76	3.92	18.76	-23.15
Noeud 88	6.64	38.53	-3
Noeud 87	2.54	35.87	-4.21
Noeud 13	7.17	59.04	15.22
Noeud 94	7.96	25.89	-13.29
Noeud 6	1.54	42.79	-10.13
Noeud 10	2.65	41.15	-6.61
Noeud 67	5.28	27.89	-23.19
Noeud 14	12.61	69.96	25.25
Noeud 15	3.16	68.52	25.72
Noeud 65	2.53	27.36	-24.99
Noeud 59	3.3	29.41	-26.11
Noeud 7	9.02	76.02	18.35
Noeud 84	3.38	36.45	-6.16
Noeud 58	2.88	30.47	-25.38
Noeud 35	0.57	57.86	9.16
Noeud 55	6.08	38.32	-7.11
Noeud 56	2.02	38.16	-3.73
Noeud 79	1.58	29.02	-10.92
Noeud 80	3.61	29.57	-10.15

b)état des conduites :**TableauIII. 19 : état des conduites**

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 82	175.79	110.2	1.3	13.69
Tuyau 95	324.39	54	1.53	43.77
Tuyau 89	213.84	79.2	0.67	6.17
Tuyau 90	333.24	79.2	0.52	3.96
Tuyau 68	122.52	54	1.04	21.61
Tuyau 66	69.87	54	0.68	10.22
Tuyau 64	138.37	54	0.62	8.65
Tuyau 3	43.22	446	2.21	7.16
Tuyau 17	101.75	216	3.53	41.42
Tuyau 36	413.1	141	0.96	5.78
Tuyau 49	111.71	156	1.26	8.77
Tuyau 108	91.37	118	1.14	10.25
Tuyau 50	172.95	118	0.17	0.33
Tuyau 13	108.67	266	1.69	7.97
Tuyau 46	90.56	216	0.28	0.37
Tuyau 44	90.11	216	0.39	0.69
Tuyau 45	104.88	74	0.26	1.27
Tuyau 43	106.23	74	0.26	1.3
Tuyau 41	106.58	74	0.27	1.33
Tuyau 23	82.67	118	0.08	0.09
Tuyau 26	144.33	79.2	0.32	1.6
Tuyau 22	92.98	74	0.23	1.04
Tuyau 30	92.52	74	0.23	1.02
Tuyau 33	161.81	74	0.41	2.77
Tuyau 35	162.87	74	0.41	2.8
Tuyau 37	161.11	74	0.41	2.77
Tuyau 104	15.23	352.6	1.46	4.35
Tuyau 103	13.45	352.6	1.04	2.32
Tuyau 99	439.35	277.6	1.32	4.66
Tuyau 92	73.37	110.2	0.08	0.1
Tuyau 94	216.81	110.2	1.6	20.12
Tuyau 81	77.21	118	1.38	14.66
Tuyau 80	117.3	118	1.57	18.66
Tuyau 79	160.03	266	0.36	0.47
Tuyau 78	371.65	266	0.07	0.03
Tuyau 77	462.41	156	0.67	2.75
Tuyau 110	61.14	216	0.02	0
Tuyau 83	323.78	74	0.5	4
Tuyau 84	163.8	74	0.72	7.9
Tuyau 102	99.86	176.2	0.64	2.15

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 7	191.8	277.6	0.03	0.01
Tuyau 109	307.03	156	2.25	25.91
Tuyau 72	225.01	156	1.28	9.01
Tuyau 29	172.19	150	1.88	19.53
Tuyau 11	329.01	176.2	0.15	0.15
Tuyau 71	124.83	141	0.73	3.65
Tuyau 60	48.23	141	1.97	21.93
Tuyau 1	3164.83	600	1.77	4.07
Tuyau 67	60.12	54	1.3	32.54
Tuyau 93	65.59	277.6	1.17	3.7
Tuyau 56	251.43	118	0.25	0.64
Tuyau 34	89.92	141	0.38	1.11
Tuyau 32	71.05	141	0.05	0.03
Tuyau 86	196.33	79.2	0.43	2.77
Tuyau 87	252.09	79.2	1.41	23.74
Tuyau 74	48.67	118	0.18	0.37
Tuyau 73	351.14	118	0.71	4.25
Tuyau 2	838.04	440.6	3.02	12.54
Tuyau 106	331.49	176.4	2.84	32.95
Tuyau 98	408.69	74	2.55	81.11
Tuyau 105	151.07	118	4.46	133.7
Tuyau 53	92.67	74	0.23	1.04
Tuyau 15	174.49	266	1.76	8.59
Tuyau 51	91	74	0.23	0.9
Tuyau 91	281.49	277.6	1.08	3.21
Tuyau 88	300.51	79.2	3.05	98.83
Tuyau 85	490.99	156	1.8	17.13
Tuyau 76	86.37	118	0.95	7.34
Tuyau 75	507.53	118	0.37	1.29
Tuyau 24	162.54	74	0.41	2.8
Tuyau 16	115.24	266	4.96	61.88
Tuyau 58	309.63	156	1.81	17.35
Tuyau 42	91.24	216	0.51	1.11
Tuyau 47	105.73	74	0.26	1.3
Tuyau 48	89.98	216	0.16	0.14
Tuyau 19	99.79	74	0.25	1.17
Tuyau 10	88.41	266	1.85	9.51
Tuyau 39	166.29	156	4.29	88.82
Tuyau 38	86.76	141	1.52	13.6
Tuyau 97	226.03	110.2	0.26	0.73
Tuyau 6	118	163.6	0.36	0.85
Tuyau 12	100.37	156	3.08	47.02
Tuyau 9	344.13	266	0.9	2.47

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 107	393.45	96.8	0.58	3.65
Tuyau 4	307.56	277.6	1.69	7.35
Tuyau 8	813.91	266	1.63	7.45
Tuyau 96	354.51	54	0.94	18.19
Tuyau 100	409.69	79.2	0.69	6.49
Tuyau 57	319.27	266	0.67	1.43
Tuyau 55	184.59	266	0.47	0.76
Tuyau 54	489.25	176.2	0.78	3.03
Tuyau 69	177.21	141	0.05	0.03
Tuyau 61	273.65	141	1.1	7.49
Tuyau 62	88.73	79.2	1.87	39.75
Tuyau 63	224.04	79.2	0.59	4.91
Tuyau 65	106.66	54	0.17	0.91
Tuyau 70	77.77	141	0.35	0.97
Tuyau 59	258.58	156	4.55	99.49
Tuyau 21	106.94	118	3.5	84.35
Tuyau 20	198.17	266	2.36	15.06
Tuyau 31	165.11	156	1.45	11.38
Tuyau 40	189.29	216	0.65	1.75
Tuyau 18	371.88	266	2.51	16.91
Tuyau 25	180.04	118	0.66	3.76
Tuyau 27	181.96	118	1.3	13.09
Tuyau 52	176.32	118	0.69	4.11
Tuyau 14	117.53	74	1.89	46.34
Tuyau 5	145.06	118	6.07	241.83
Tuyau 28	166.63	216	3.01	30.57
Tuyau 101	316.14	96.8	0.46	2.46

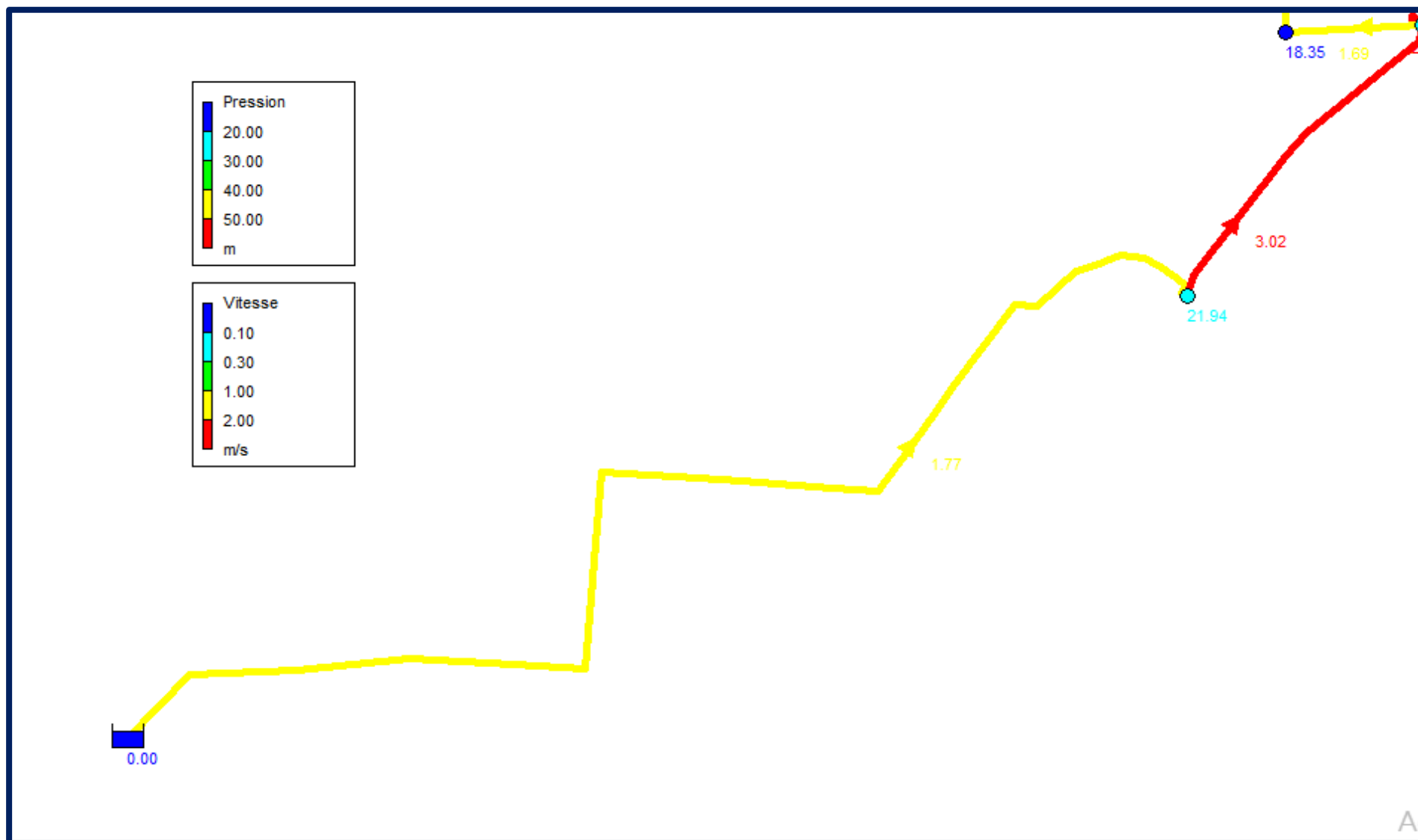


Figure III.11. Pressions et vitesses dans le réseau (partiel) à l'horizon 2050 en cas de pointe

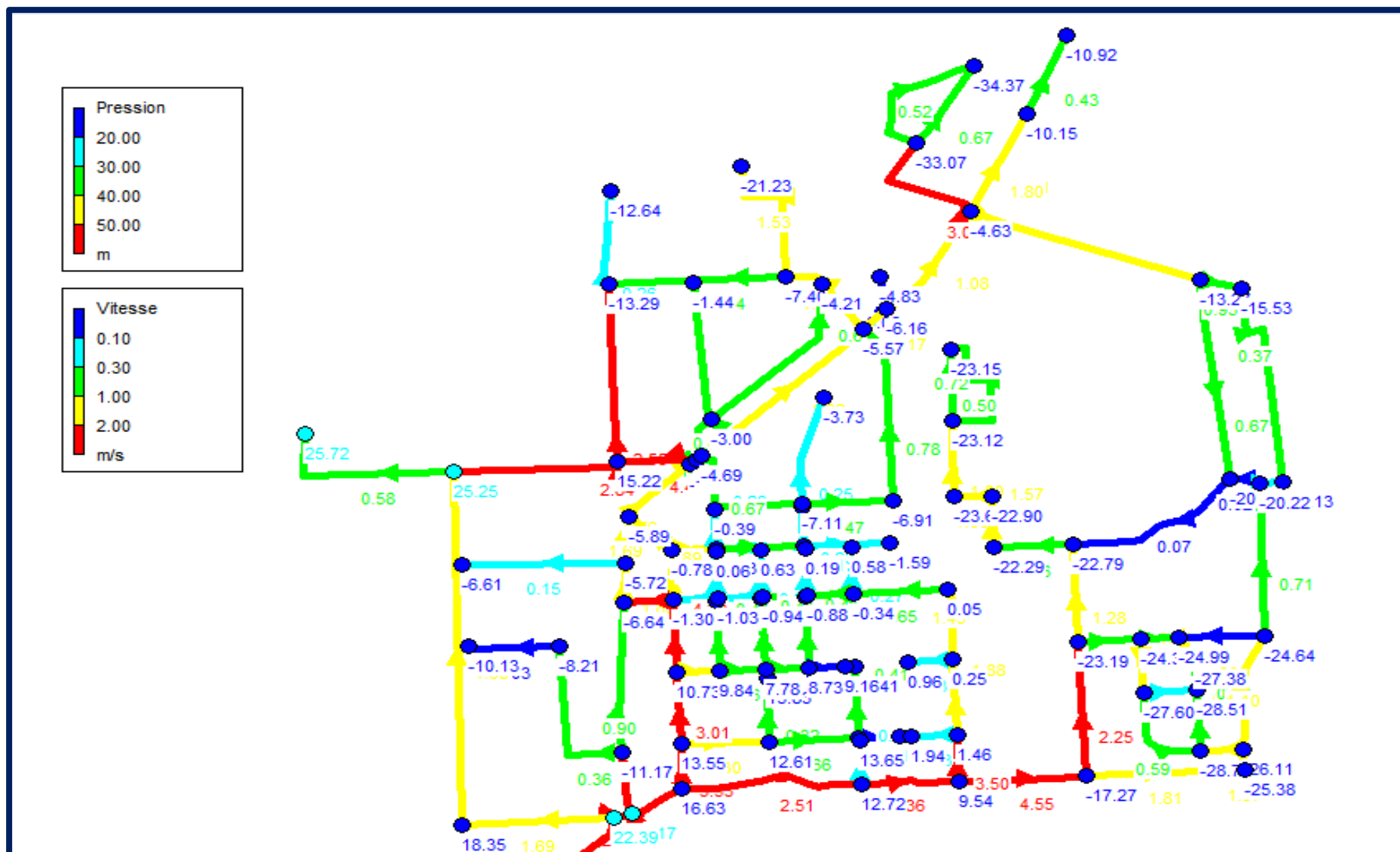


Figure III.12. Pressions et vitesses du réseau (partie2) pour l'horizon 2050 en cas de pointe

III.3.6.2. résultats de la simulation en cas de pointe+ incendie pour le réseau actuel (horizon2050)

a) état des nœuds :

Tableau III.20 : état des nœuds

État des Nœuds du Réseau			
ID Nœud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 5	4.15	35.57	-15.43
Noeud 64	6.45	20.39	-31.61
Noeud 68	4.47	18.38	-27.6
Noeud 74	2.03	15.02	-31.06
Noeud 75	5.34	12.62	-30.56
Noeud 81	23.71	25.89	-14.29
Noeud 89	2.54	29.48	-9.71
Noeud 95	1.82	18.91	-19.45
Noeud 92	7.2	23.54	-16.19
Noeud 93	2.61	9.34	-30.02
Noeud 85	0.59	27.31	-13.96
Noeud 82	6.82	-3.81	-42.73
Noeud 83	4.4	-5.13	-44.03
Noeud 66	2.62	20.46	-31.29
Noeud 62	3.65	17.96	-34.42
Noeud 61	2.53	17.85	-35.35
Noeud 63	1.05	18.51	-34.27
Noeud 60	3.63	19.13	-35.54
Noeud 17	5.39	61.09	9.26
Noeud 16	4.74	67.97	13.76
Noeud 3	2.44	75.77	19.97
Noeud 2	9.56	76.11	20.22
Noeud 4	6.55	35.67	-18.39
Noeud 1	30.2	87.62	20.77
Noeud 27	3.62	63.36	10.28
Noeud 28	3.38	57.69	6.89
Noeud 47	3.77	40.66	-7.4
Noeud 48	2.58	39.59	-6.97
Noeud 52	2.9	38.65	-7.83
Noeud 50	3.54	37.93	-8.6
Noeud 49	1.39	37.87	-7.79
Noeud 11	3.22	32.52	-13.71
Noeud 8	4.29	34.67	-14.01
Noeud 9	4.23	33.62	-13.3
Noeud 53	0.75	38.56	-6.58
Noeud 51	0.73	37.84	-7.3
Noeud 30	1.3	56.07	8.26
Noeud 45	2.3	40.69	-7.12

ID Noeud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 32	1.31	53.67	5.92
Noeud 43	2.3	40.74	-7.01
Noeud 34	1.3	53.58	5.83
Noeud 41	2.31	40.82	-6.93
Noeud 39	3.11	40.95	-6.36
Noeud 38	2.85	41.36	-5.89
Noeud 46	0.85	40.55	-6.03
Noeud 44	0.84	40.6	-5.45
Noeud 42	0.85	40.69	-5.85
Noeud 40	0.86	40.81	-5.44
Noeud 22	0.66	60.29	9.79
Noeud 25	4.07	60.98	9.34
Noeud 26	1.16	60.74	10.56
Noeud 23	3.42	60.3	9.49
Noeud 24	1.31	59.84	11.14
Noeud 19	4.53	57.81	5.78
Noeud 57	7.04	29.74	-23.37
Noeud 18	0.8	60.97	10.19
Noeud 20	2.99	47.51	-3.58
Noeud 21	0.75	47.41	-3.1
Noeud 37	3.46	43.6	-5.33
Noeud 36	0.74	43.51	-4.62
Noeud 33	2.6	54.03	4.89
Noeud 31	5.36	54.13	3.94
Noeud 29	5.32	56.51	6
Noeud 78	8.36	19.23	-21.18
Noeud 12	2.74	30.6	-13.16
Noeud 91	2.8	30.52	-12.91
Noeud 90	4.46	30.48	-12.95
Noeud 86	9.74	27.7	-14.56
Noeud 54	5.42	29.79	-15.3
Noeud 73	1.56	16.15	-30.34
Noeud 72	2.23	18.34	-29.73
Noeud 71	6.09	18.42	-30.23
Noeud 70	7.2	18.42	-27.73
Noeud 69	3.71	18.42	-27.67
Noeud 77	4.78	18.72	-23.32
Noeud 76	3.92	11.32	-30.59
Noeud 88	6.64	30.26	-11.27
Noeud 87	2.54	27.6	-12.48
Noeud 13	7.17	54.54	10.72
Noeud 94	7.96	19.08	-20.1
Noeud 6	1.54	35.57	-17.35
Noeud 10	2.65	33.57	-14.19

ID Noeud	Demande Base	Charge	Pression
	LPS	m	m
Noeud 67	5.28	20.89	-30.19
Noeud 14	12.61	66.95	22.24
Noeud 15	3.16	65.52	22.72
Noeud 65	2.53	20.39	-31.96
Noeud 59	3.3	22.76	-32.76
Noeud 7	9.02	73.65	15.98
Noeud 84	3.38	27.32	-15.29
Noeud 58	2.88	23.91	-31.94
Noeud 35	0.57	54.02	5.32
Noeud 55	6.08	29.97	-15.46
Noeud 56	2.02	29.81	-12.08
Noeud 79	1.58	19.36	-20.58
Noeud 80	3.61	19.9	-19.82

b)Etat des conduites**Tableau III .21:** état des arcs

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 82	175.79	110.2	1.3	13.69
Tuyau 95	324.39	54	1.53	43.77
Tuyau 89	213.84	79.2	0.67	6.17
Tuyau 90	333.24	79.2	0.52	3.96
Tuyau 68	122.52	54	1	20.38
Tuyau 66	69.87	54	0.65	9.42
Tuyau 64	138.37	54	0.64	9.19
Tuyau 3	43.22	446	2.32	7.88
Tuyau 17	101.75	216	3.7	45.37
Tuyau 36	413.1	141	0.96	5.78
Tuyau 49	111.71	156	1.32	9.61
Tuyau 108	91.37	118	1.14	10.25
Tuyau 50	172.95	118	0.17	0.33
Tuyau 13	108.67	266	1.91	10.11
Tuyau 46	90.56	216	0.35	0.57
Tuyau 44	90.11	216	0.47	0.95
Tuyau 45	104.88	74	0.26	1.27
Tuyau 43	106.23	74	0.26	1.3
Tuyau 41	106.58	74	0.27	1.33
Tuyau 23	82.67	118	0.08	0.09
Tuyau 26	144.33	79.2	0.32	1.6
Tuyau 22	92.98	74	0.23	1.04
Tuyau 30	92.52	74	0.23	1.02
Tuyau 33	161.81	74	0.41	2.77
Tuyau 35	162.87	74	0.41	2.8
Tuyau 37	161.11	74	0.41	2.77

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 104	15.23	352.6	1.65	5.45
Tuyau 103	13.45	352.6	1.19	2.96
Tuyau 99	439.35	277.6	1.56	6.33
Tuyau 92	73.37	110.2	0.08	0.1
Tuyau 94	216.81	110.2	1.56	19.17
Tuyau 81	77.21	118	1.38	14.66
Tuyau 80	117.3	118	1.57	18.66
Tuyau 79	160.03	266	0.36	0.47
Tuyau 78	371.65	266	0.02	0
Tuyau 77	462.41	156	0.52	1.75
Tuyau 110	61.14	216	0.02	0
Tuyau 83	323.78	74	0.5	4
Tuyau 84	163.8	74	0.72	7.9
Tuyau 102	99.86	176.2	0.64	2.15
Tuyau 101	316.14	96.8	0.46	2.46
Tuyau 7	191.8	277.6	0.03	0.01
Tuyau 109	307.03	156	2.38	28.82
Tuyau 72	225.01	156	1.42	11
Tuyau 29	172.19	150	2.04	22.68
Tuyau 11	329.01	176.2	0.15	0.15
Tuyau 71	124.83	141	0.71	3.49
Tuyau 60	48.23	141	2.07	24
Tuyau 1	3164.83	600	1.85	4.44
Tuyau 67	60.12	54	1.27	31.17
Tuyau 93	65.59	277.6	1.48	5.71
Tuyau 56	251.43	118	0.25	0.64
Tuyau 34	89.92	141	0.38	1.11
Tuyau 32	71.05	141	0.05	0.03
Tuyau 86	196.33	79.2	0.43	2.77
Tuyau 87	252.09	79.2	1.41	23.74
Tuyau 74	48.67	118	.29	0.86
Tuyau 73	351.14	118	0.82	5.62
Tuyau 2	838.04	440.6	3.17	13.73
Tuyau 106	331.49	176.4	3.04	37.45
Tuyau 98	408.69	74	2.64	86.77
Tuyau 105	151.07	118	4.87	158.46
Tuyau 53	92.67	74	0.23	1.04
Tuyau 15	174.49	266	2	11.03
Tuyau 51	91	74	0.23	0.99
Tuyau 91	281.49	277.6	1.39	5.1
Tuyau 88	300.51	79.2	3.05	98.83
Tuyau 85	490.99	156	1.59	13.57
Tuyau 76	86.37	118	0.84	5.85
Tuyau 75	507.53	118	0.25	0.68

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau 24	162.54	74	0.41	2.8
Tuyau 16	115.24	266	5.19	67.68
Tuyau 58	309.63	156	1.89	18.82
Tuyau 42	91.24	216	0.58	1.42
Tuyau 47	105.73	74	0.26	1.3
Tuyau 48	89.98	216	0.24	0.28
Tuyau 19	99.79	74	0.25	1.17
Tuyau 10	88.41	266	2.08	11.82
Tuyau 39	166.29	156	4.62	102.42
Tuyau 38	86.76	141	1.52	13.6
Tuyau 97	226.03	110.2	0.26	0.73
Tuyau 6	118	163.6	0.36	0.85
Tuyau 12	100.37	156	3.49	59.74
Tuyau 9	344.13	266	0.98	2.92
Tuyau 107	393.45	96.8	0.58	3.65
Tuyau 4	307.56	277.6	1.77	8.02
Tuyau 8	813.91	266	1.72	8.23
Tuyau 96	354.51	54	0.77	12.6
Tuyau 100	409.69	79.2	0.69	6.49
Tuyau 57	319.27	266	0.74	1.72
Tuyau 55	184.59	266	0.54	0.98
Tuyau 54	489.25	176.2	0.94	4.27
Tuyau 69	177.21	141	0.06	0.04
Tuyau 61	273.65	141	1.19	8.63
Tuyau 62	88.73	79.2	1.9	40.92
Tuyau 63	224.04	79.2	0.61	5.2
Tuyau 65	106.66	54	0.18	0.99
Tuyau 70	77.77	141	0.34	0.91
Tuyau 59	258.58	156	4.76	108.54
Tuyau 21	106.94	118	3.76	96.32
Tuyau 20	198.17	266	2.49	16.57
Tuyau 31	165.11	156	1.59	13.58
Tuyau 40	189.29	216	0.73	2.14
Tuyau 18	371.88	266	2.64	18.51
Tuyau 25	180.04	118	0.66	3.76
Tuyau 27	181.96	118	1.3	13.09
Tuyau 28	166.63	216	3.18	33.99
Tuyau 52	176.32	118	0.69	4.11
Tuyau 14	117.53	74	2.17	60.12
Tuyau 5	145.06	118	6.5	276.46

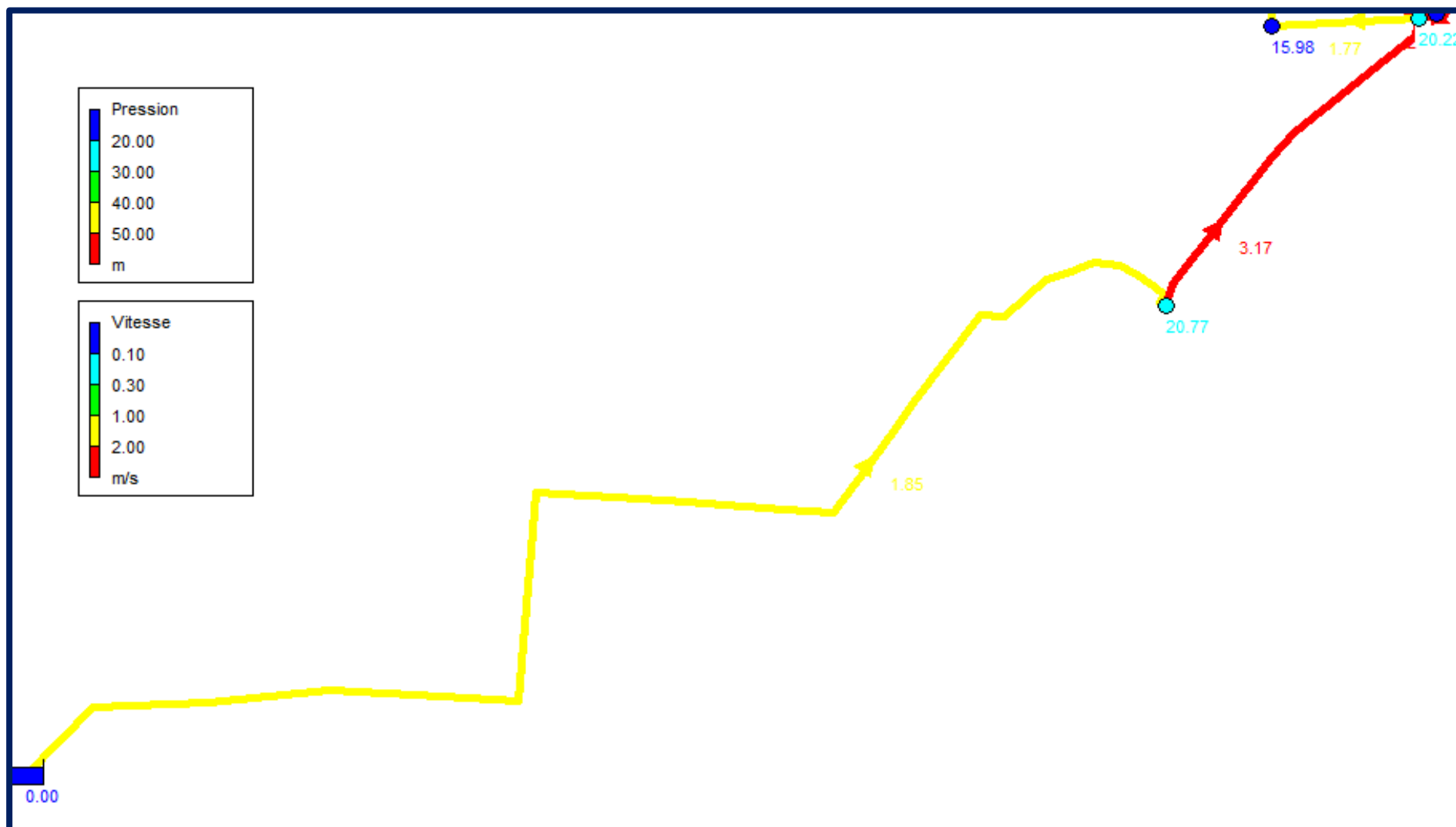


Figure III.13. Pressions et vitesses dans le réseau actuel (partie 1) pour l'horizon 2050 en cas de pointe + incendie

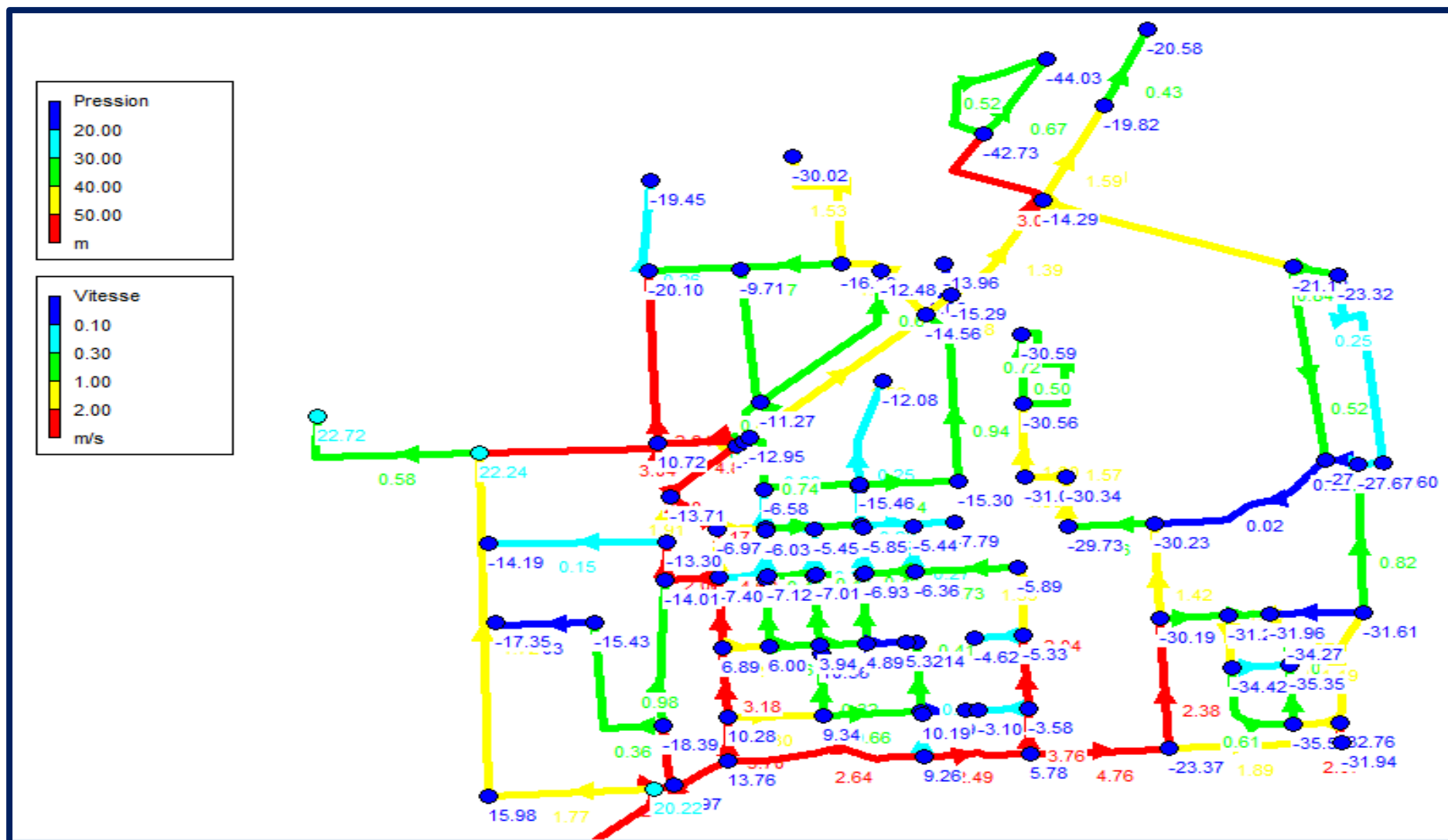


Figure III.14. Pressions et vitesses dans le réseau actuel (partie2) pour l(horizon 2050 en cas de pointe + incendie

Interprétation :

Le réseau actuel n'est pas convenable à l'agglomération future il est en disfonctionnement et en total déséquilibre en termes de pressions et de vitesses .les pressions sont négatives dans la plus part des nœuds du réseau , quand aux vitesses elle sont très importantes dans certains tançons atteignant les 4.76 m/s et excessivement faibles dans d'autres . une rénovation doit impérativement être envisagée .

III. 4 .Conclusion :

Après avoir établi un diagnostic physique et suite aux simulation effectuées lors du diagnostic hydraulique du réseaux actuel pour les deux horizons de calcul 2020 et 2050 nous avons pu conclure que le réseau devra être rénové, toutes le modifications seront déterminées dans le chapitre (réseau projeté) afin que notre réseau puisse fonctionner correctement à l'horizon futur .

CHAPITRE IV :
ETUDE DU STOCKAGE

IV.1.Introduction

Les réservoirs sont des ouvrages intermédiaires entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions qui jouent un rôle très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. Concernant notre zone d'étude ; le réservoir Brisonnier 5000m³ est utilisé pour alimenter la région nord de Boufarik (secteur B). Nous allons vérifier dans le présent chapitre l'état du stockage dans le réservoir pour l'horizon actuel et futur.

IV.2. Rôle des réservoirs

✓ Rôle de régulation et d'accumulation

Dans une agglomération le débit refoulé par la station de pompage n'est pas dans tout les cas égal au débit consommé. Donc un réservoir est un ouvrage indispensable servant majoritairement à la régulation entre le débit refoulé et celui consommé. [1]

✓ Gain d'énergie au niveau de la station de pompage

Le réservoir permet de réduire les dépenses énergétiques de la station de pompage, pendant les heures d'arrêt de pompage la distribution en eaux potable est assurée par le réservoir.

✓ Augmentation des pressions

Il s'agit dans ce cas d'un réservoir d'équilibre. Le réservoir est placé à un point et à une altitude de telle sorte qu'il puisse assurer la pression nécessaire dans des points très éloignés.

✓ Utilité pour briser la charge

Si le terrain présente un relief accidenté, en certains points du réseau, on peut avoir des pressions non admissibles, ce type de réservoir nous permet de briser la charge. [1]

✓ Stockage de la réserve d'incendie

La réserve d'incendie est accumulée dans le réservoir d'accumulation.

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 ; ce qui est vérifié pour le réseau de Boufarik.

✓ 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 : [1]

- **D'après la nature des matériaux de construction, on distingue :**
 - Les réservoirs métalliques
 - Les réservoirs en maçonnerie
 - Les réservoirs en béton arme, 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

IV.5. Fonctions des réservoirs

- Fonctions techniques, il permet : [1]
 - La régulation du débit pour tous les ouvrages qui se situent en amont et en aval de lui.
 - La régulation de la pression dans le réseau de distribution.
 - L'assurance de la continuité de l'approvisionnement en cas de panne dans les ouvrages situés dans la partie amont.
 - La participation au traitement (utilisation de réactifs).
- Fonctions économiques : il permet :
 - La réduction des investissements sur tous les autres ouvrages du réseau d'A.E.P.
 - La réduction des coûts de l'énergie.
 - La capacité d'un réservoir dépend du mode d'exploitation des ouvrages de la partie amont et de la variabilité de la demande.

IV.6. Aménagements internes des réservoirs

Tout doit être fait pour éviter les zones mortes afin que le renouvellement de l'eau soit le plus homogène possible pour tout le volume. Pour les éviter il faut :

- éloigner les points d'arrivée et de départ.
- créer des chicanes.
- Le radier doit présenter une forme de pente (1 à 1,5 %) afin d'évacuer totalement les eaux lors des vidanges et des opérations de nettoyage via un puisard.

IV.7. Les équipements des réservoirs :

IV.7. 1.L'arrivée de la Conduite d'adduction :

Cette conduite du type refoulement ou gravitaire, doit arriver de préférence dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, toujours à l'opposé de la conduite de départ, pour provoquer un meilleur brassage. [1] Cette arrivée permet le renouvellement d'eau par mélange. Les robinets à flotteurs destinés à alimenter ou à interrompre l'arrivée d'eau dans les réservoirs doivent être d'un type anti-bélier ; les soupapes et leurs parties sont en bronze ou en métal inoxydable.

IV.7. 2.Le départ de la Conduite de distribution :

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

IV.7. 3.Conduite du trop-plein :

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement. [1]

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

IV.7. 4.Conduite de vidange :

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

IV.7. 5.Conduite BY-PASS :

-Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution.

-Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir son fonctionnement est le suivant :

Normale 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé, En BY-PASS : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

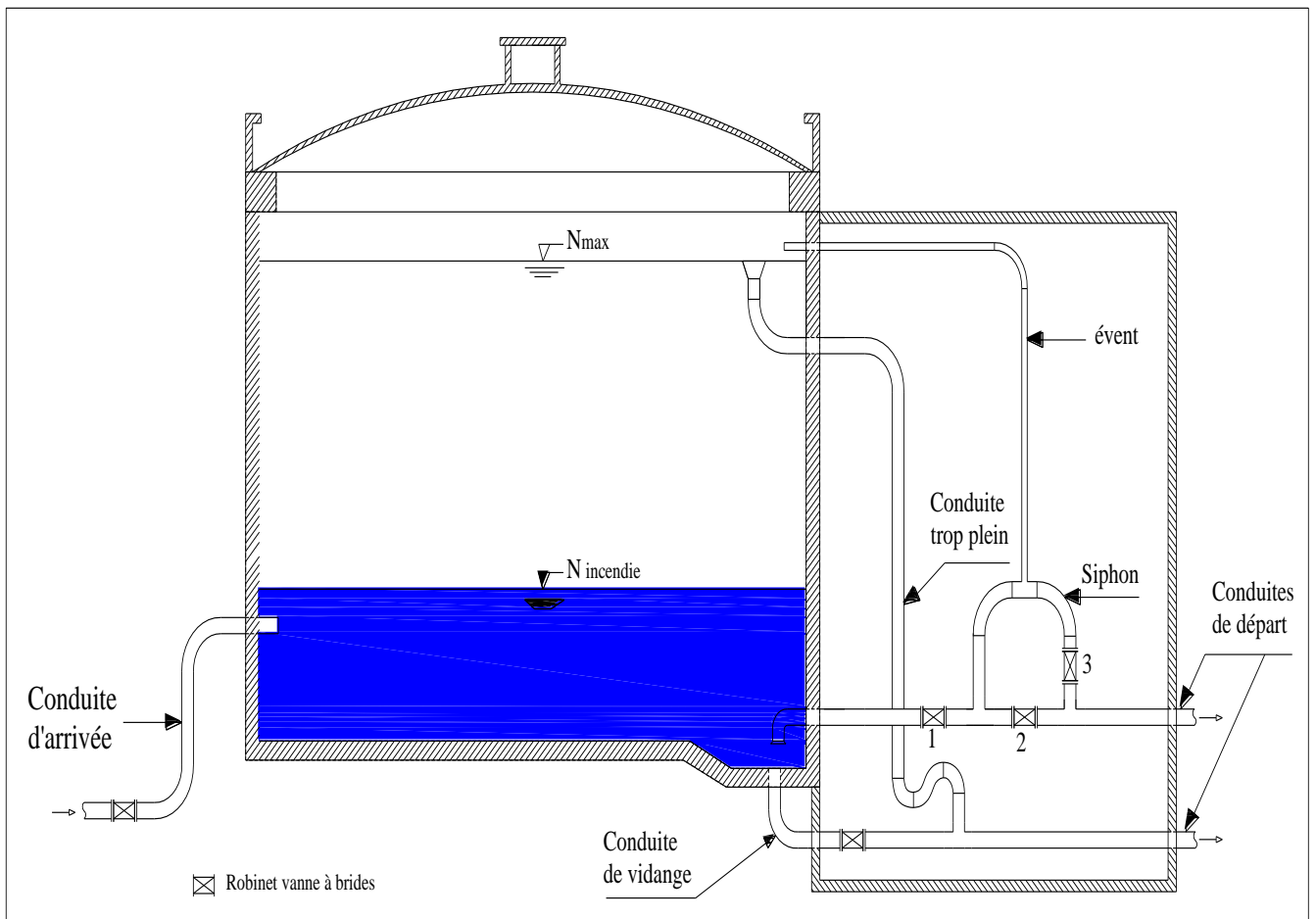


Figure V.1 : équipements du réservoir.

IV.8. 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.9. 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.10. Vérification du stockage :

IV.10.1 .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 :

La méthode graphique 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 extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports. [1], [4]

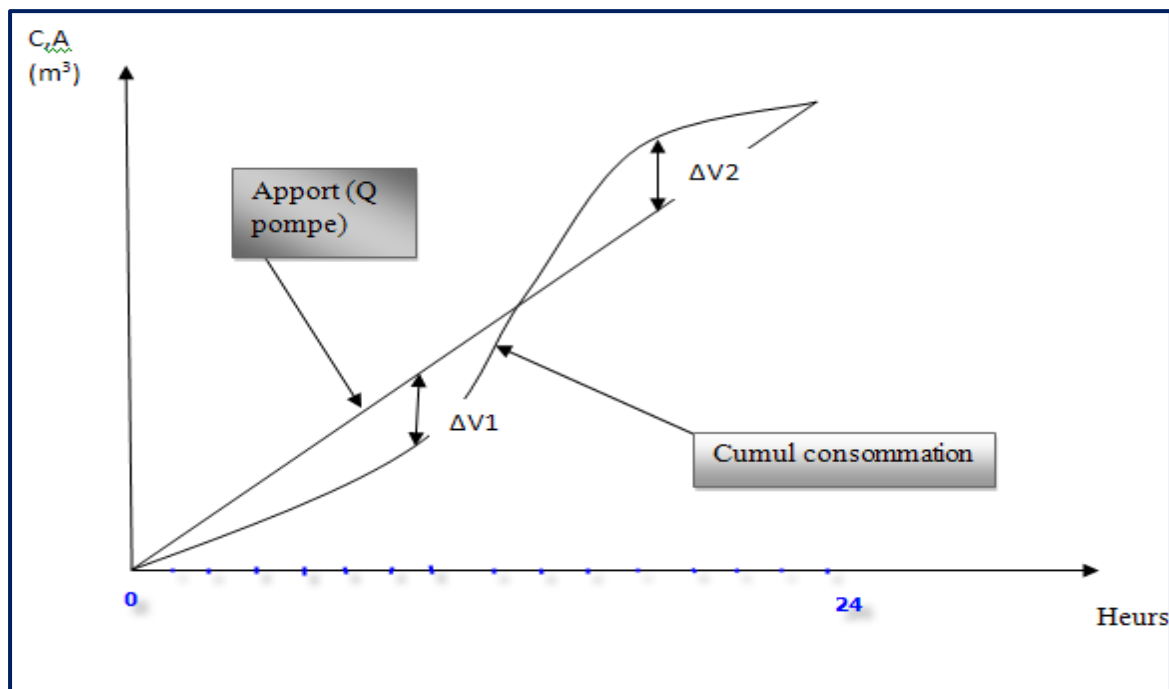


Figure V.2: graphe de consommation en fonction de l'apport.

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 :

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

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 :

$$V_T = V_u + V_{inc} \quad (IV.2)$$

Le tableau suivant représente la capacité de stockage totale (horizon2020)

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité de stockage totale horizon 2020

Heures	pourcentages consommation(%)	refoulement de forage F1(%)	arrivée d'eau au réservoir de stockage	départ d'eau au réservoir de stockage	reste
0_1	1.5	5	3.5	/	-7
1_2	1.5	5	3.5	/	-3.5
2_3	1.5	5	3.5	/	0
3_4	1.5	5	3.5	/	3.5
4_5	2.5	5	2.5	/	6
5_6	3.5	5	1.5	/	7.5
6_7	4.5	5	0.5	/	8
7_8	5.5	5	/	0.5	7.5
8_9	6.25	5	/	1.25	6.25
9_10	6.25	5	/	1.25	5
10_11	6.25	5	/	1.25	3.75
11_12	6.25	5	/	1.25	2.5
12_13	5	5	0	0	2.5
13-14	5	5	0	0	2.5
14-15	5.5	5	/	0.5	2
15-16	6	5	/	1	1
16-17	6	5	/	1	0
17-18	5.5	5	/	0.5	-0.5
18-19	5	5	0	0	-0.5
19-20	4.5	5	0.5	0	0
20-21	4	0	/	4	-4
21-22	3	0	/	3	-7
22-23	2	0	/	2	-9
23-24	1.5	0	/	1.5	-10.5

Ce tableau nous donne un résidu maximum égal à 10.5% sans prise en compte de la réserve d'incendie de 120 m³ donc le volume du réservoir est donné par la relation suivante :

$$V_T = \frac{\left(Q_{\max/2019} * p\%\right)}{100} + V_{\text{inc}} \quad (\text{IV.3})$$

$$V_{T\ 2020} = [(11133.07 \times 10.5) \div 100] + 120$$

$$V_{T\ 2020} = 1288.972 \text{ m}^3$$

Le tableau suivant représente la capacité de stockage totale (horizon 2050)

Tableau IV.2 : Détermination de la capacité de stockage totale horizon 2050

Heures	pourcentages consommation(%)	refoulement de forage F1(%)	arrivée d'eau au réservoir de stockage	départ d'eau au réservoir de stockage	reste
0_1	3	5	2	/	-10.7
1_2	3.2	5	1.8	/	-8.9
2_3	2.5	5	2.5	/	-6.4
3_4	2.6	5	2.4	/	-4
4_5	3.5	5	1.5	/	-2.5
5_6	4.1	5	0.9	/	-1.6
6_7	4.5	5	0.5	/	-1.1
7_8	4.9	5	0.1	/	-1
8_9	4.9	5	0.1	/	-0.9
9_10	5.6	5	/	0.6	-1.5
10_11	4.8	5	0.2	/	-1.3
11_12	4.7	5	0.3	/	-1
12_13	4.4	5	0.6	/	-0.4
13-14	4.1	5	0.9	/	0.5
14-15	4.2	5	0.8	/	1.3
15-16	4.4	5	0.6	/	1.9
16-17	4.3	5	0.7	/	2.6
17-18	4.1	5	0.9	/	3.5
18-19	4.5	5	0.5	/	4
19-20	4.5	5	0.5	/	4.5
20-21	4.5	0	/	4.5	0
21-22	4.8	0	/	4.8	-4.8
22-23	4.6	0	/	4.6	-9.4
23-24	3.3	0	/	3.3	- 12.7

Ce tableau nous donne un résidu maximum égal à 12.7% sans prise en compte de la réserve d'incendie de 120 m³ donc le volume du réservoir est donné par la relation suivante :

$$V_{T2050} = [(26097.045 \times 12.7) \div 100] + 120$$

$$V_{T2050} = 3434.32 \text{ m}^3$$

P% : représente le maximum des restes de $Q_{\max j}$ en pourcentage.

$$R_{\max} = |V^+| + |V^-| \text{ (\%)} \quad (\text{IV.3})$$

Avec :

V_{inc} : réserve d'incendie qui est égale à 120 m³.

IV.10.2. Besoins en stockage :

Les résultats obtenus sur les besoins sont trouvés sur le tableau ci-après

Tableau IV.3 : Besoins en stockages.

Horizons	Actuel 2020	Horizon d'étude 2050
$Q_{\max/j}$ (m ³ /j)	11133.07	26097.045
V_u (m ³)	1168.972	3314.32
V_{inc} (m ³)	120	120
Besoin en stockage	1288.972	3434.32

IV. 10.3 .Bilan de stockage :

Les résultats obtenus sur Bilan de comparaison sont trouvés sur le tableau ci-après

Tableau IV.4 : Bilan de stockage

Horizons	2020	2050
Stockage actuel (m ³)	5000	5000
Besoins de stockage (m ³)	1288.972	3434.32
Déficit (m ³)	----	----

IV.11.Conclusion :

Du point de vue capacité de stockage actuel et futur, le bilan de comparaison ne montre aucun déficit à l'horizon de calcul 2050. Nous concluons que les demandes à l'horizon actuel et à long termes sont assurées par le réservoir Brisonnier. Nous proposons d'envisager la projection de nouveaux forages pour éviter tout risque de rabattement de la nappe.

CHAPITRE V

RESEAU PROJETE

V.1.Introduction

Après avoir diagnostiqué l'état actuel du réseau d'AEP de la ville de Boufarik , les problèmes qui perturbent son bon fonctionnement , Nous allons dans ce chapitre faire la projection d'un nouveau réseau Le but de la mise en place de ce dernier est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression. Pour cela les différents tronçons des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimums.

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. [1], [4]

V.2.1.Tracé du réseau de l'agglomération

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons:

- L'emplacement des quartiers
- l'emplacement des consommateurs
- le relief

V.3.Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression, l'agressivité due aux eaux et au sol, et l'ordre économique (coût, disponibilité sur le marché), ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes) permettent de faire le bon choix. [1]

Parmi les matériaux à utiliser on distingue entre autre : L'acier, la fonte ductile, le PVC (Polyvinyle de chlorure) et le PE (polyéthylène).

V .3 .1.Tuyaux en P.E :

V.3 .1.1. Les avantages :

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage Grâce à l'inertie chimique du tuyau qui évite la dissolution et l'abrasion de métaux même si l'eau n'est pas parfaitement équilibrée
- Disponibilité sur le marché
- Facilité de pose (bonne flexibilité), puisque on les trouve en couronnes ou en tourets et s'adaptent donc bien au terrain
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite)
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50ans à une température de 20°C.

V.3 .1.2. Les inconvénients

Nécessite une grande technicité pour la jonction.

V.3 .2. Tuyaux en Pvc**V.3 .2.1. Avantages**

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.

V.3 .2.2. Inconvénients

Leur inconvénient est le risque de rupture.

V.4. Calcul hydraulique du réseau de distribution

Nous avons déjà calculé dans le chapitre II (estimation des besoins en eaux de l'agglomération) le nombre d'habitant, la dotation et les différents débits de consommation pour l'horizon 2050. [1], [2]

Donc nous avons :

- Le débit moyen journalier $Q_{\text{moy,j}} = 20074.65 \text{ m}^3/\text{j}$
- Le débit maximal journalier $Q_{\text{max,j}} = 26097.045 \text{ m}^3/\text{j}$
- Le débit maximal horaire $Q_{\text{max,h}} = 1461.435 \text{ m}^3/\text{h} = 405.95 \text{ l/s}$

V.4 . 1. Détermination du débit spécifique :

Il est défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau où il y a une distribution. On suppose que les besoins domestiques sont Uniformément répartis sur toutes les longueurs des mailles du réseau:

$$Q_{\text{sp}} = Q_{\text{pointe}} / \sum L_i \quad (\text{V.1})$$

Q_{pointe} : débit de pointe (calculé dans le chapitre II) (l/s)

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

$\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons du réseau assurant le service en route (m).

$$Q_{\text{sp}} = \frac{Q_{\text{rte}}}{\sum L_i} = \frac{Q_{\text{pte}} - Q_{\text{C}}}{\sum L_i} \quad (\text{V.2})$$

$$Q_{\text{sp}} = \frac{405.95 - 0.231}{28772.52} = 0.0141 \text{ (l/s/ml)}$$

V.4 .2. Calcul des débits en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau et est déterminé comme suit :

Avec :

$$Q_{\text{ri}} = Q_{\text{sp}} \times L_i \quad (\text{V.3})$$

Q_{ri} : débit en route dans le tronçon i (l/s).

q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).

L_i : longueur du tronçon (m).

Tableau V.1 : débits en route

ID arcs	Longueur (m)	Q_{SP} (l/s/m)	Q_R (l/s)
Tuyau A1	4872	0.0155	75.72
Tuyau A2	816.3	0.0155	12.69
Tuyau A3	304.3	0.0155	4.73
Tuyau A4	85.03	0.0155	1.32
Tuyau A5	261.1	0.0155	4.06
Tuyau A6	410.3	0.0155	6.38
Tuyau A7	147.63	0.0155	2.29
Tuyau A8	267.4	0.0155	4.16
Tuyau A9	161.64	0.0155	2.51
Tuyau A10	325.3	0.0155	5.06
Tuyau A11	292.21	0.0155	4.54
Tuyau A12	193.93	0.0155	3.01
Tuyau A13	60.72	0.0155	0.94
Tuyau A14	160.5	0.0155	2.49
Tuyau A15	99.51	0.0155	1.55
Tuyau A16	153.7	0.0155	2.39
Tuyau A17	112.1	0.0155	1.74
Tuyau A18	214.6	0.0155	3.34
Tuyau A19	173.67	0.0155	2.70
Tuyau A20	151	0.0155	2.35
Tuyau A21	409.1	0.0155	6.36
Tuyau A22	333.8	0.0155	5.19
Tuyau A23	252.8	0.0155	3.93
Tuyau A24	152.3	0.0155	2.37
Tuyau A25	154.5	0.0155	2.40
Tuyau A26	275.5	0.0155	4.28
Tuyau A27	276.7	0.0155	4.30
Tuyau A28	269.7	0.0155	4.19
Tuyau A29	286.4	0.0155	4.45
Tuyau A30	278.6	0.0155	4.33
Tuyau A32	272.7	0.0155	4.24
Tuyau A31	279.04	0.0155	4.34
Tuyau A33	269.6	0.0155	4.19

ID arcs	Longueur (m)	Q _{SP} (l/s/m)	Q _R (l/s)
Tuyau A34	272.45	0.0155	4.23
Tuyau A35	271.07	0.0155	4.21
Tuyau A36	116.6	0.0155	1.81
Tuyau A37	268.1	0.0155	4.17
Tuyau A38	99.59	0.0155	1.55
Tuyau A39	283.17	0.0155	4.40
Tuyau A40	154.5	0.0155	2.40
Tuyau A41	176.3	0.0155	2.74
Tuyau A42	251.9	0.0155	3.91
Tuyau A43	188.8	0.0155	2.93
Tuyau A44	395.3	0.0155	6.14
Tuyau A45	264.7	0.0155	4.11
Tuyau 46	306	0.0155	4.76
Tuyau A47	324.7	0.0155	5.05
Tuyau A48	270.9	0.0155	4.21
Tuyau A49	318.8	0.0155	4.95
Tuyau A50	281.4	0.0155	4.37
Tuyau A51	143.28	0.0155	2.23
Tuyau A52	148.1	0.0155	2.30
Tuyau A53	273.33	0.0155	4.25
Tuyau A54	96.29	0.0155	1.50
Tuyau A55	351.1	0.0155	5.46
Tuyau A56	60.47	0.0155	0.94
Tuyau A57	371.5	0.0155	5.77
Tuyau A58	279.7	0.0155	4.35
Tuyau A59	291.9	0.0155	4.54
Tuyau A60	77.26	0.0155	1.20
Tuyau A61	335.5	0.0155	5.21
Tuyau A62	460.7	0.0155	7.16
Tuyau A63	51.03	0.0155	0.79
Tuyau A64	352.7	0.0155	5.48
Tuyau A65	465.1	0.0155	7.23
Tuyau A66	263	0.0155	4.09
Tuyau A67	505.1	0.0155	7.85
Tuyau A68	639.1	0.0155	9.93
Tuyau A69	174.2	0.0155	2.71
Tuyau A70	315.1	0.0155	4.90
Tuyau A71	251.1	0.0155	3.90
Tuyau A72	362.7	0.0155	5.64
Tuyau A74	466	0.0155	7.24
Tuyau A75	247.5	0.0155	3.85

ID arcs	Longueur (m)	Q _{SP} (l/s/m)	Q _R (l/s)
Tuyau A76	171	0.0155	2.66
Tuyau A77	284.1	0.0155	4.42
Tuyau A78	223.1	0.0155	3.47
Tuyau A79	324	0.0155	5.04
Tuyau A80	175.9	0.0155	2.73
Tuyau A81	156.8	0.0155	2.44
Tuyau A82	118.4	0.0155	1.84
Tuyau A83	218.7	0.0155	3.40
Tuyau A84	61.52	0.0155	0.96
Tuyau A85	186.3	0.0155	2.90
Tuyau A86	91.81	0.0155	1.43

V.4 .3.Détermination des débits nodaux:

a)Cas de pointe

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

Où :

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{ci} \quad (\text{V.4})$$

Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

∑Q_{ri-k}: la somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s).

∑Q_{ci}: la somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

Dans le cas de pointe le débit concentré égale à 0.231 l/s.

Tableau V.2 :débits aux nœuds en cas de pointe

NŒUD	Tronçons en communs	Débit nodal (l/s)
Noeud ND1	1-2	44.20
Noeud ND2	3_4_25	4.23
Noeud ND3	3_6	5.55
Noeud ND4	4_7_5	3.84
Noeud ND5	5	2.03
Noeud ND6	7_8_9	4.48
Noeud ND7	9_20	2.43
Noeud ND8	9_10_11	6.05
Noeud ND9	6_10_12	7.22
Noeud ND10	13	0.47
Noeud ND11	13_14_15	2.49
Noeud ND12	14	1.25
Noeud ND13	15_16_17	2.84

NŒUD	Tronçons en communs	Débit nodal (l/s)
Noeud ND14	16	1.19
Noeud ND15	12_17_18	4.05
Noeud ND16	11_19_36	4.53
Noeud ND17	19_20_40_74_75	9.25
Noeud ND18	20_21_22	6.95
Noeud ND19	18_22_23	6.23
Noeud ND20	23_24	3.15
Noeud ND21	24	2.12
Noeud ND22	25_26_27	5.49
Noeud ND23	27_28_29	6.47
Noeud ND24	29_30_45	6.45
Noeud ND25	30_31_32	6.45
Noeud ND26	28_31_33_34	8.48
Noeud ND27	26_34_35	6.36
Noeud ND28	32_39	4.32
Noeud ND29	33_37_38_39	7.15
Noeud ND30	35_36_37	5.10
Noeud ND31	43_44	4.54
Noeud ND32	38_41_42_43	9.23
Noeud ND33	42	1.96
Noeud ND34	40_41	2.57
Noeud ND35	45_46_47	6.96
Noeud ND36	47_49	5.00
Noeud ND37	48	2.11
Noeud ND38	49_54_55	5.95
Noeud ND39	50_53_54	5.06
Noeud ND40	53	2.12
Noeud ND41	46_48_50_51	7.78
Noeud ND42	51_52_86	2.98
Noeud ND43	52	1.15
Noeud ND44	55_56_63	3.59
Noeud ND45	56_57_62	6.94
Noeud ND46	57_56_86	4.07
Noeud ND47	59	2.27
Noeud ND48	58_59_60	5.04
Noeud ND49	60_61	3.21
Noeud ND50	61	2.61
Noeud ND52	63_64_65	6.75
Noeud ND53	64	2.74
Noeud ND54	65_66	5.66
Noeud ND 55	62_66_67	9.55

NŒUD	Tronçons en communs	Débit nodal (l/s)
Noeud ND56	67_68_69	10.25
Noeud ND57	68	4.97
Noeud ND58	69_70	3.80
Noeud ND59	70	2.45
Noeud ND60	71_72_73	5.50
Noeud ND61	72	2.82
Noeud ND62	73_74_78	6.08
Noeud ND63	75_76_77	5.46
Noeud ND64	77	2.21
Noeud ND65	76	1.33
Noeud ND66	78_79_80	5.62
Noeud ND67	79	2.52
Noeud ND68	80_81_82	3.51
Noeud ND69	81	0.92
Noeud ND70	82_83_84	3.10
Noeud ND71	83	1.70
Noeud ND72	21_84_85	3.43
Noeud ND73	85	1.68

b) Cas de pointe +incendie

Dans ce cas 17 l/s seront ajouté au nœud 57 étant le point le plus éloigné dans le réseau afin de lui assurer une pression suffisante en cas d'incendie ce qui nous donnera un débit au nœud de 21.511 /s

V.5. Simulation du réseau projeté

Suite au calcul des débits des différents nœuds de notre réseau ces derniers ont été introduits dans le logiciel EPANET ainsi que la rugosité du matériau utilisé qui est de 0.013 pour les conduites en PEHD neuves.

V.5. 1. Simulation du réseau projeté en cas de pointe

Tableau VI .3: état des nœuds dans le réseau projeté

ID Noeud	Altitude	Demande Base	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Noeud ND1	66.27	44.2	91.87	25.6
Noeud ND2	55.71	4.23	90.38	34.67
Noeud ND3	55.71	5.55	89.83	34.12
Noeud ND9	51.26	7.22	87.77	36.51
Noeud ND19	44.58	6.23	86.93	42.36
Noeud ND20	44.79	3.15	85.88	41.09
Noeud ND4	54.48	3.48	90.26	35.78
Noeud ND5	55.56	2.03	87.97	32.41

ID Noeud	Altitude	Demande Base	Charge Pression	
	m		LPS	m
Noeud ND7	52.54	2.43	88.73	36.18
Noeud ND8	50.55	6.05	89.91	39.37
Noeud ND17	43.64	9.25	86.9	43.26
Noeud ND18	43.80	6.95	85.79	41.99
Noeud ND72	39.07	3.43	85.05	45.98
Noeud ND63	40.69	5.46	86.08	45.39
Noeud ND70	38.08	3.1	84.34	46.26
Noeud ND71	37.75	1.7	82.94	45.19
Noeud ND68	39.09	3.51	83.99	44.9
Noeud ND69	38.25	0.92	83.2	44.95
Noeud ND66	39.71	5.62	85.01	45.3
Noeud ND67	39.17	2.52	83.26	44.09
Noeud ND22	54.30	5.49	90.18	35.88
Noeud ND27	50.71	6.36	89.36	38.65
Noeud ND30	46.61	5.1	88.81	42.2
Noeud ND16	46.63	4.53	87.78	41.15
Noeud ND25	49.04	6.45	89.25	40.21
Noeud ND28	47.54	4.32	88.65	41.11
Noeud ND34	45.04	2.57	87.39	42.35
Noeud ND32	45.34	9.23	87.65	42.31
Noeud ND29	46.48	7.15	87.91	41.42
Noeud ND31	44.76	4.54	87.07	42.31
Noeud ND62	42.41	6.08	86.03	43.62
Noeud ND60	42.19	5.5	85.77	43.58
Noeud ND56	38.90	10.25	85.4	46.5
Noeud ND55	40.47	9.55	86.49	46.02
Noeud ND45	46.16	6.94	87.64	41.49
Noeud ND46	48.66	4.07	88.69	40.03
Noeud ND48	46.35	5.04	88.06	41.71
Noeud ND49	46.07	3.21	87.68	41.6
Noeud ND50	41.95	2.61	85.75	43.81
Noeud ND47	42.40	2.27	86.76	44.35
Noeud ND44	46.21	3.59	88.01	41.8
Noeud ND52	46.00	6.75	87.93	41.93
Noeud ND53	42.19	2.74	82.63	40.44
Noeud ND54	42.65	5.66	87.29	44.63
Noeud ND24	52.02	6.45	89.59	37.56
Noeud ND35	53.09	6.96	89.33	36.25
Noeud ND41	51.16	7.78	89.07	37.91

ID Noeud	Altitude	Demande Base	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Noeud ND36	56.08	5	88.8	32.71
Noeud ND38	51.97	5.95	88.39	36.42
Noeud ND40	47.30	2.12	86.08	38.78
Noeud ND58	39.89	3.8	83.57	43.68
Noeud ND59	38.90	2.45	81.96	43.06
Noeud ND21	41.81	2.12	84.44	42.63
Noeud ND15	47.79	4.05	87.17	39.39
Noeud ND26	49.03	8.48	88.38	39.34
Noeud ND23	52.69	6.47	89.99	37.31
Noeud ND61	39.87	2.82	83.38	43.51
Noeud ND73	39.23	1.68	83.89	44.66
Noeud ND13	47.35	2.84	86.12	38.77
Noeud ND37	53.16	2.11	86.53	33.37
Noeud ND65	39.64	1.33	84.42	44.78
Noeud ND14	45.03	1.19	84.9	39.87
Noeud ND11	46.81	2.49	84.77	37.96
Noeud ND12	46.24	1.25	83.38	37.14
Noeud ND57	40.07	4.97	84.67	44.6
Noeud ND33	41.88	1.96	85.58	43.7
Noeud ND10	46.85	0.47	84.68	37.83
Noeud ND64	40.73	2.21	84.87	44.14
Noeud ND42	49.60	2.98	88.91	39.31
Noeud ND43	48.70	1.15	87.81	39.11
Noeud ND6	52.88	4.48	90.07	37.19
Noeud ND39	52.75	5.06	88.67	35.92

TableauV.4: état des arcs dans le réseau projeté

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau A2	816.3	581	1.18	1.82
Tuyau A6	410.3	204.6	1.03	5
Tuyau A23	252.8	102.2	0.64	4.16
Tuyau A5	261.1	61.4	0.69	8.76
Tuyau A8	267.4	73.6	0.57	5.04
Tuyau A21	409.1	163.6	0.56	1.81
Tuyau A75	247.5	130.8	0.67	3.32
Tuyau A84	61.52	73.6	1.04	11.59
Tuyau A83	218.7	61.4	0.57	6.37
Tuyau A81	156.8	51.4	0.44	5.02
Tuyau A80	175.9	73.6	0.62	5.8

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau A26	275.5	257.8	0.99	3
Tuyau A36	116.6	163.6	1.33	8.79
Tuyau A32	272.7	130.8	0.54	2.22
Tuyau A40	154.5	90	0.51	3.16
Tuyau A41	176.3	130.8	0.43	1.5
Tuyau A38	99.59	204.6	0.78	2.54
Tuyau A43	188.8	130.8	0.64	3.07
Tuyau A44	395.3	102.2	0.5	2.63
Tuyau A74	466	257.8	0.77	1.86
Tuyau A78	223.1	102.2	0.8	4.59
Tuyau A73	93.87	204.6	0.83	2.83
Tuyau A71	251.1	204.6	0.57	1.46
Tuyau A67	505.1	90	0.41	2.15
Tuyau A62	460.7	130.8	0.57	2.51
Tuyau A57	371.5	130.8	0.61	2.8
Tuyau A58	279.7	163.6	0.62	2.23
Tuyau A61	335.5	73.6	0.61	5.73
Tuyau A59	291.9	73.6	0.53	4.47
Tuyau A56	60.47	102.2	0.79	6.02
Tuyau A63	51.03	204.6	0.6	1.56
Tuyau A64	352.7	61.4	0.93	15.03
Tuyau A65	465.1	163.6	0.48	1.38
Tuyau A45	264.7	409.2	0.72	0.95
Tuyau 46	306	327.4	0.59	0.87
Tuyau A50	281.4	163.6	0.49	1.42
Tuyau A49	318.8	257.8	0.62	1.28
Tuyau A47	324.7	257.8	0.72	1.66
Tuyau A55	351.1	257.8	0.57	1.08
Tuyau A69	174.2	90	0.98	10.48
Tuyau A70	315.1	73.6	0.58	5.12
Tuyau A24	152.3	61.4	0.72	9.47
Tuyau A37	268.1	130.8	0.67	3.35
Tuyau A66	263	102.2	0.54	3.04
Tuyau A54	96.29	90	0.48	2.91
Tuyau A18	214.6	204.6	0.49	1.11
Tuyau A33	269.6	204.6	0.63	1.74
Tuyau A28	269.7	163.6	1.08	6
Tuyau A27	276.7	515.6	0.7	0.69

ID Arc	Longueur	Diamètre	Vitesse	Perte de Charge
	m	mm	m/s	m/km
Tuyau A3	304.3	257.8	0.76	1.83
Tuyau A85	186.3	61.4	0.57	6.24
Tuyau A17	112.1	102.2	1	9.35
Tuyau A48	270.9	61.4	0.71	9.39
Tuyau A76	171	51.4	0.64	9.68
Tuyau A16	153.7	51.4	0.57	7.93
Tuyau A14	160.5	51.4	0.6	8.66
Tuyau A68	639.1	130.8	0.37	1.14
Tuyau A60	77.26	102.2	0.71	4.98
Tuyau A42	251.9	61.4	0.66	8.22
Tuyau A13	60.72	51.4	0.23	1.54
Tuyau A15	99.51	73.6	0.99	13.58
Tuyau A77	284.1	73.6	0.52	4.26
Tuyau A82	118.4	73.6	0.42	2.96
Tuyau A29	286.4	409.2	0.89	1.42
Tuyau A30	278.6	204.6	0.51	1.19
Tuyau A22	333.8	102.2	0.58	3.42
Tuyau A20	151	130.8	1.04	7.34
Tuyau A52	148.1	51.4	0.55	7.47
Tuyau A1	4872	581	1.35	2.01
Tuyau A4	85.03	327.4	0.78	1.45
Tuyau A9	161.64	327.4	0.63	0.99
Tuyau A7	147.63	327.4	0.72	1.24
Tuyau A11	292.21	204.6	1.39	7.31
Tuyau A19	173.67	257.8	1.32	5.06
Tuyau A35	271.07	257.8	0.8	2.04
Tuyau A34	272.45	90	0.54	3.61
Tuyau A31	279.04	90	0.51	3.15
Tuyau A53	273.33	61.4	0.72	9.47
Tuyau A12	193.93	204.6	0.87	3.09
Tuyau A51	143.28	257.8	0.57	1.07
Tuyau A86	91.81	204.6	0.77	2.5
Tuyau A39	283.17	90	0.45	2.62
Tuyau A25	154.5	515.6	0.98	1.27
Tuyau A72	362.7	73.6	0.66	6.59
Tuyau A10	325.3	61.4	0.6	6.59
Tuyau A79	324	73.6	0.59	5.38

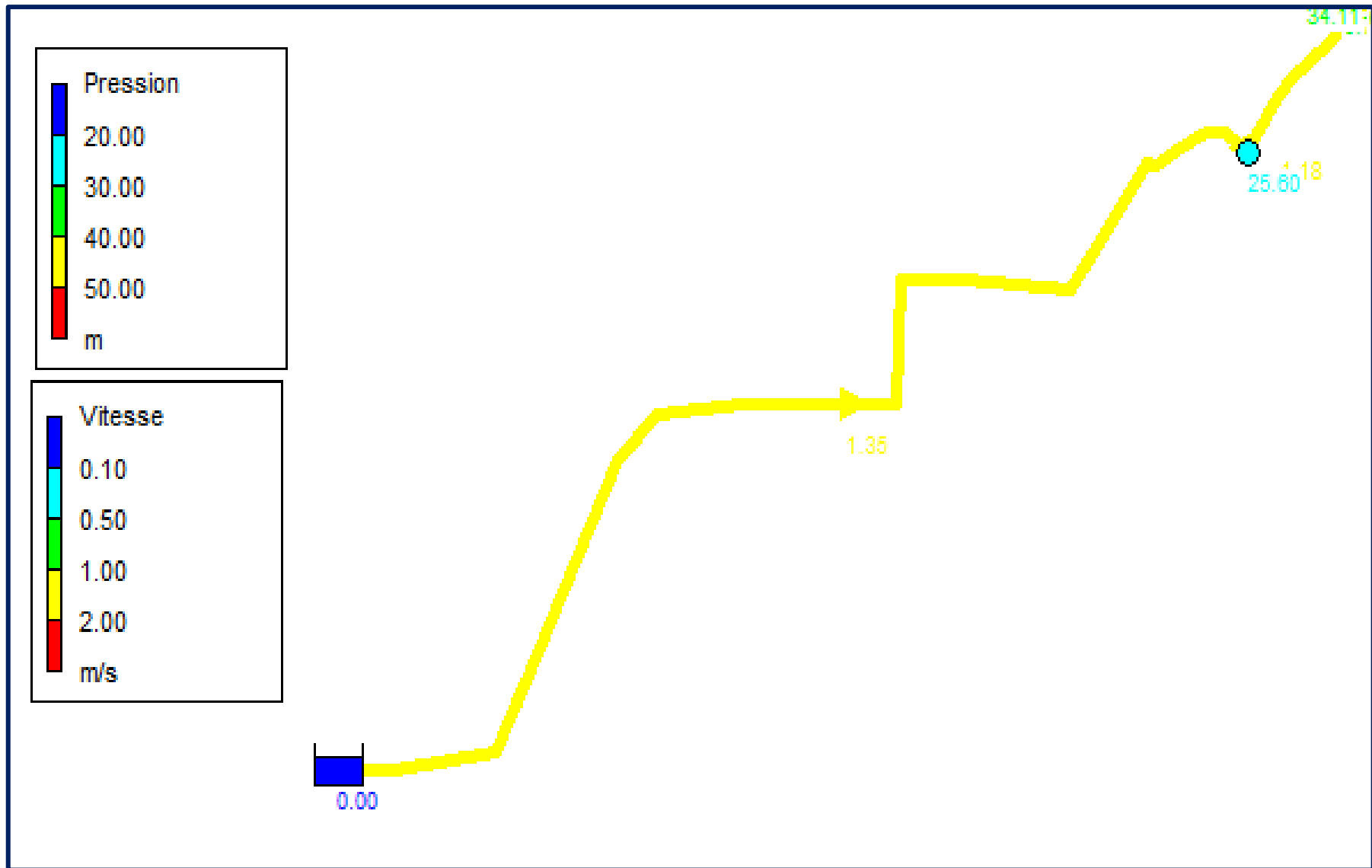


Figure V.1.Etat des pressions et des vitesses dans le cas de pointe (partie1) pour le réseau projeté



Figure V.2. Etat des pressions et des vitesses dans le cas de pointe (partie 2) pour le réseau projeté

VI.5. 2.Simulation du réseau projeté en cas de pointe +Incendie**TableauVI .5** : état des nœuds dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie

État des Nœuds du Réseau en cas de pointe + incendie				
ID Nœud	Altitude (m)	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud ND1	66.27	44.2	90.99	24.72
Noeud ND2	55.71	4.23	89.34	33.63
Noeud ND3	55.71	5.55	88.75	33.05
Noeud ND9	51.26	7.22	86.56	35.3
Noeud ND19	44.58	6.23	85.65	41.07
Noeud ND20	44.79	3.15	84.6	39.81
Noeud ND4	54.48	3.48	89.2	34.72
Noeud ND5	55.56	2.03	86.91	31.35
Noeud ND6	52.88	4.48	88.98	36.09
Noeud ND7	52.54	2.43	87.63	35.09
Noeud ND8	50.55	6.05	88.78	38.23
Noeud ND17	43.64	9.25	84.94	41.3
Noeud ND18	43.80	6.95	83.93	40.14
Noeud ND72	39.07	3.43	83.14	44.07
Noeud ND63	40.69	5.46	84.12	43.43
Noeud ND70	38.08	3.1	82.34	44.26
Noeud ND71	37.75	1.7	80.94	43.19
Noeud ND68	39.09	3.51	81.81	42.73
Noeud ND69	38.25	0.92	81.03	42.78
Noeud ND66	39.71	5.62	82.54	42.83
Noeud ND67	39.17	2.52	80.8	41.63
Noeud ND22	54.30	5.49	89.13	34.82
Noeud ND27	50.71	6.36	88.14	37.43
Noeud ND30	46.61	5.1	87.46	40.85
Noeud ND16	46.63	4.53	86.09	39.46
Noeud ND25	49.04	6.45	88.14	39.1
Noeud ND28	47.54	4.32	87.46	39.92
Noeud ND34	45.04	2.57	85.83	40.79
Noeud ND32	45.34	9.23	86.21	40.86
Noeud ND29	46.48	7.15	86.51	40.03
Noeud ND31	44.76	4.54	85.41	40.65
Noeud ND62	42.41	6.08	83.49	41.08
Noeud ND60	42.19	5.5	82.9	40.71
Noeud ND56	38.90	10.25	81.84	42.93
Noeud ND55	40.47	9.55	84.89	44.43
Noeud ND45	46.16	6.94	86.39	40.23
Noeud ND46	48.66	4.07	87.57	38.91

ID Noeud	Altitude (m)	Demande Base (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud ND48	46.35	5.04	86.94	40.59
Noeud ND49	46.07	3.21	86.56	40.48
Noeud ND50	41.95	2.61	84.63	42.69
Noeud ND47	42.40	2.27	85.64	43.23
Noeud ND44	46.21	3.59	86.82	40.61
Noeud ND52	46.00	6.75	86.73	40.73
Noeud ND53	42.19	2.74	81.43	39.24
Noeud ND54	42.65	5.66	85.99	43.33
Noeud ND24	52.02	6.45	88.5	36.48
Noeud ND35	53.09	6.96	88.24	35.15
Noeud ND41	51.16	7.78	87.96	36.81
Noeud ND39	52.75	5.06	87.55	34.8
Noeud ND36	56.08	5	87.67	31.58
Noeud ND38	51.97	5.95	87.23	35.26
Noeud ND40	47.30	2.12	84.96	37.66
Noeud ND58	39.89	3.8	80.01	40.12
Noeud ND59	38.90	2.45	78.4	39.49
Noeud ND21	41.81	2.12	83.15	41.34
Noeud ND15	47.79	4.05	85.92	38.13
Noeud ND26	49.03	8.48	87.08	38.04
Noeud ND23	52.69	6.47	88.92	36.24
Noeud ND61	39.87	2.82	80.51	40.64
Noeud ND73	39.23	1.68	81.98	42.75
Noeud ND13	47.35	2.84	84.87	37.52
Noeud ND37	53.16	2.11	85.42	32.26
Noeud ND65	39.64	1.33	82.46	42.82
Noeud ND14	45.03	1.19	83.65	38.62
Noeud ND11	46.81	2.49	83.52	36.71
Noeud ND12	46.24	1.25	82.13	35.89
Noeud ND57	40.07	21.97	71.01	30.94
Noeud ND33	41.88	1.96	84.13	42.25
Noeud ND10	46.85	0.47	83.42	36.57
Noeud ND64	40.73	2.21	82.91	42.18
Noeud ND42	49.60	2.98	87.8	38.2
Noeud ND43	48.70	1.15	86.7	38

Tableau V .6 : état des tançons dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie :

État des Arcs du Réseau en cas de pointe + incendie				
ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieure (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
Tuyau A2	816.3	581	1.25	2.02
Tuyau A6	410.3	204.6	1.09	5.51
Tuyau A23	252.8	102.2	0.55	2.89
Tuyau A5	261.1	61.4	0.69	8.76
Tuyau A8	267.4	73.6	0.57	5.04
Tuyau A21	409.1	163.6	0.58	1.93
Tuyau A75	247.5	130.8	0.67	3.32
Tuyau A84	61.52	73.6	1.65	34.59
Tuyau A83	218.7	61.4	0.57	6.37
Tuyau A81	156.8	51.4	0.44	5.02
Tuyau A80	175.9	73.6	0.52	4.24
Tuyau A79	324	73.6	0.59	5.38
Tuyau A25	154.5	515.6	1.02	1.39
Tuyau A26	275.5	257.8	1.09	3.54
Tuyau A36	116.6	163.6	1.53	11.4
Tuyau A32	272.7	130.8	0.57	2.49
Tuyau A40	154.5	90	0.66	5.13
Tuyau A41	176.3	130.8	0.5	1.99
Tuyau A38	99.59	204.6	0.88	3.18
Tuyau A43	188.8	130.8	0.82	4.78
Tuyau A44	395.3	102.2	0.68	4.18
Tuyau A74	466	257.8	1	3.03
Tuyau A78	223.1	102.2	1.08	9.81
Tuyau A73	93.87	204.6	1.28	6.32
Tuyau A71	251.1	204.6	1.03	4.22
Tuyau A67	505.1	90	0.73	6.15
Tuyau A62	460.7	130.8	0.64	3.07
Tuyau A57	371.5	130.8	0.63	2.94
Tuyau A58	279.7	163.6	0.62	2.23
Tuyau A61	335.5	73.6	0.61	5.73
Tuyau A59	291.9	73.6	0.53	4.47
Tuyau A56	60.47	102.2	0.75	5.01
Tuyau A63	51.03	204.6	0.63	1.73
Tuyau A64	352.7	61.4	0.93	15.03
Tuyau A65	465.1	163.6	0.54	1.68
Tuyau A45	264.7	409.2	0.73	0.99
Tuyau 46	306	327.4	0.6	0.89
Tuyau A50	281.4	163.6	0.5	1.5

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieure (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
Tuyau A49	318.8	257.8	0.65	1.39
Tuyau A47	324.7	257.8	0.75	1.79
Tuyau A55	351.1	257.8	0.6	1.21
Tuyau A69	174.2	90	0.98	10.48
Tuyau A70	315.1	73.6	0.58	5.12
Tuyau A24	152.3	61.4	0.72	9.47
Tuyau A37	268.1	130.8	0.71	3.7
Tuyau A66	263	102.2	0.59	3.21
Tuyau A54	96.29	90	0.53	3.43
Tuyau A18	214.6	204.6	0.55	1.34
Tuyau A33	269.6	204.6	0.71	2.12
Tuyau A28	269.7	163.6	1.16	6.91
Tuyau A27	276.7	515.6	0.72	0.74
Tuyau A72	362.7	73.6	0.66	6.59
Tuyau A10	325.3	61.4	0.61	7.1
Tuyau A3	304.3	257.8	0.79	1.98
Tuyau A85	186.3	61.4	0.57	6.24
Tuyau A17	112.1	102.2	0.86	6.48
Tuyau A48	270.9	61.4	0.71	9.39
Tuyau A76	171	51.4	0.64	9.68
Tuyau A16	153.7	51.4	0.57	7.93
Tuyau A14	160.5	51.4	0.6	8.66
Tuyau A68	639.1	130.8	1.64	16.94
Tuyau A60	77.26	102.2	0.61	3.46
Tuyau A42	251.9	61.4	0.66	8.22
Tuyau A13	60.72	51.4	0.23	1.54
Tuyau A15	99.51	73.6	0.99	13.58
Tuyau A77	284.1	73.6	0.52	4.26
Tuyau A82	118.4	73.6	0.52	4.3
Tuyau A29	286.4	409.2	0.92	1.49
Tuyau A30	278.6	204.6	0.54	1.3
Tuyau A22	333.8	102.2	0.68	4.24
Tuyau A20	151	130.8	0.94	6.08
Tuyau A52	148.1	51.4	0.55	7.47
Tuyau A1	4872	581	1.41	2.19
Tuyau A4	85.03	327.4	0.85	1.69
Tuyau A9	161.64	327.4	0.7	1.19
Tuyau A7	147.63	327.4	0.78	1.46
Tuyau A11	292.21	204.6	1.56	9.03
Tuyau A19	173.67	257.8	1.51	6.47

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre intérieure (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
Tuyau A35	271.07	257.8	0.9	2.48
Tuyau A34	272.45	90	0.58	4
Tuyau A31	279.04	90	0.56	3.85
Tuyau A53	273.33	61.4	0.72	9.47
Tuyau A12	193.93	204.6	0.92	3.45
Tuyau A51	143.28	257.8	0.57	1.09
Tuyau A86	91.81	204.6	0.78	2.54
Tuyau A39	283.17	90	0.53	3.42

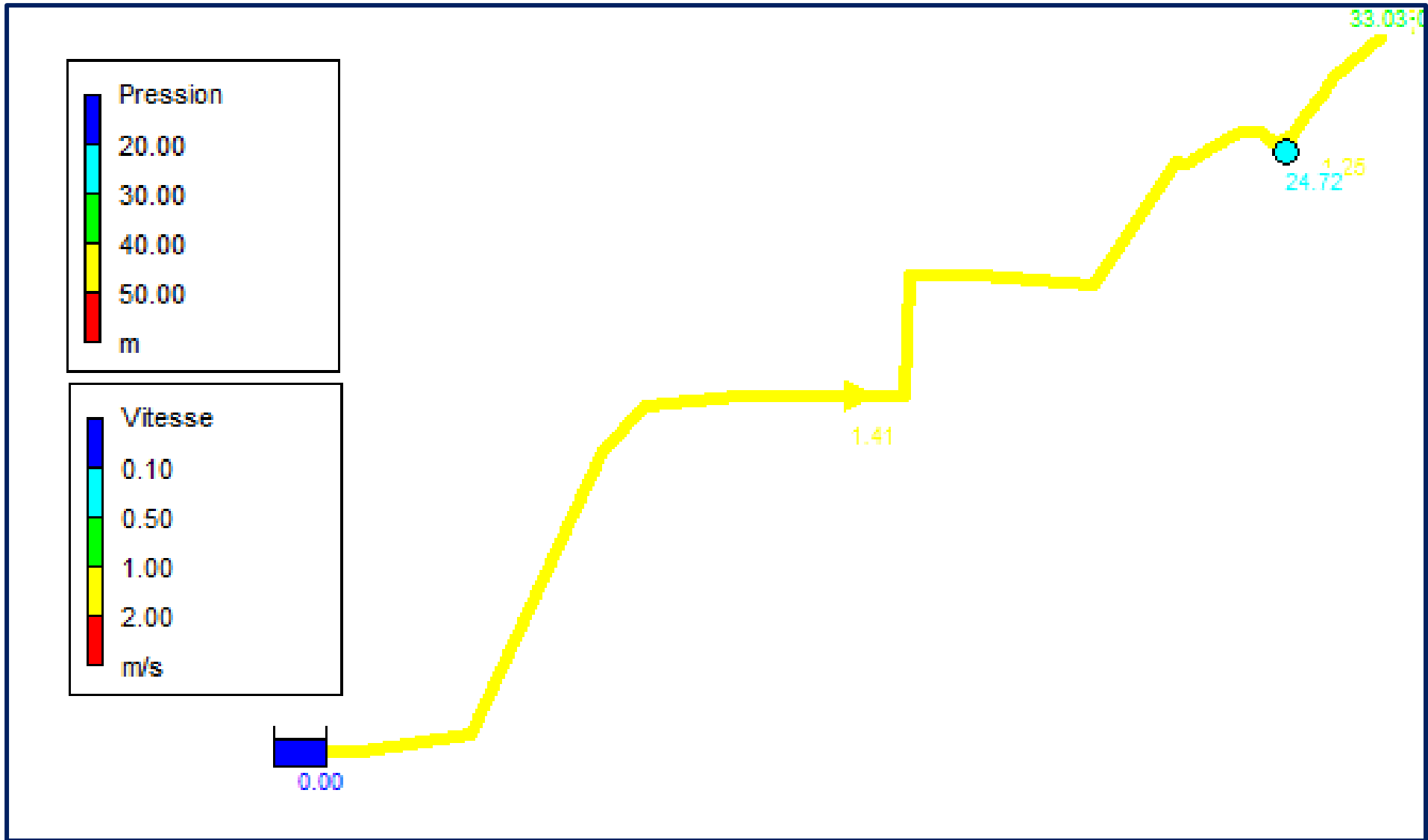


Figure V.3.Etat des pressions et des vitesses dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie (partie1)

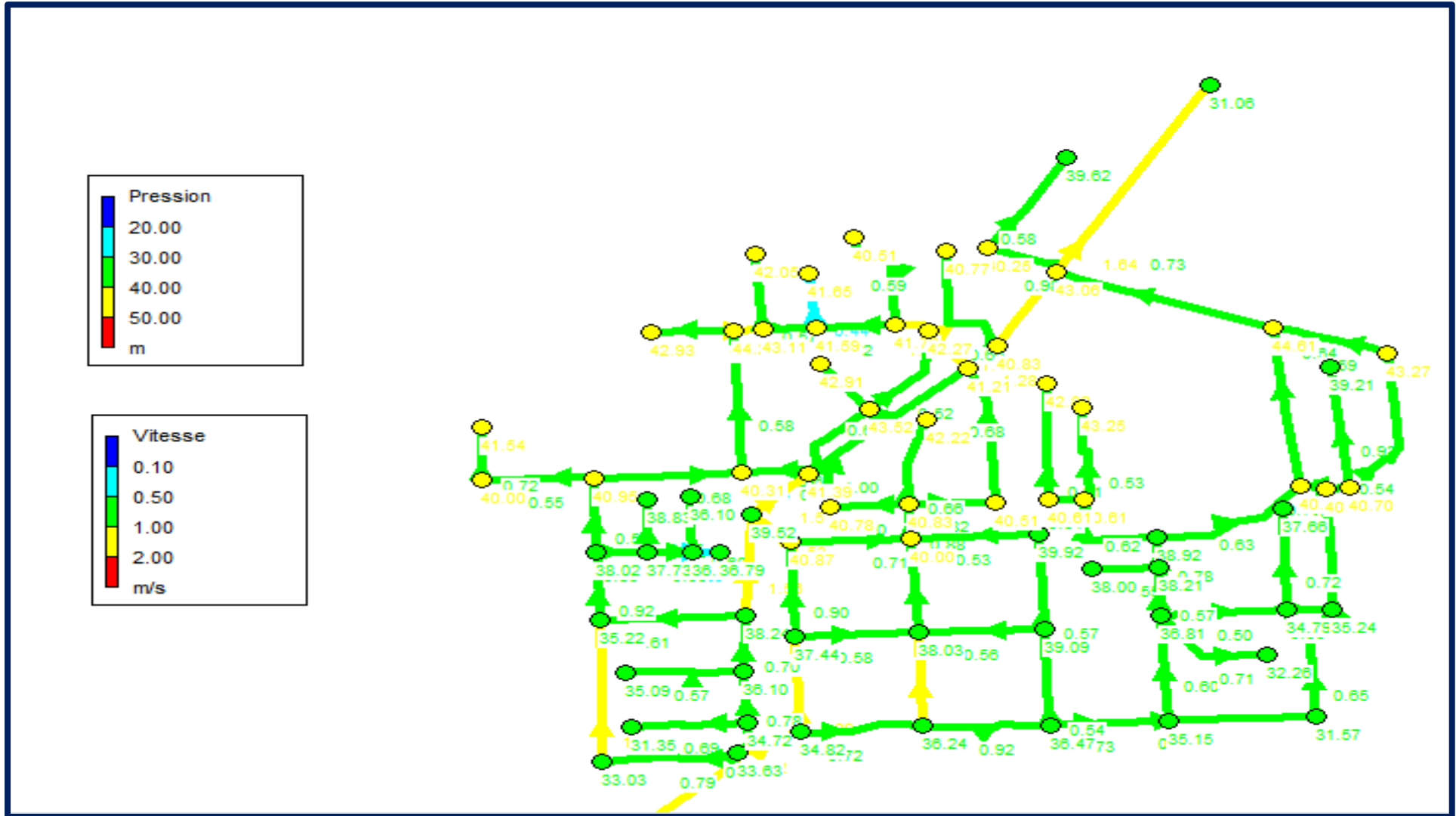


Figure V.4. Etat des pressions et des vitesses dans le réseau projeté en cas de pointe + incendie (partie2)

V.5.3. interprétation des résultats de la simulation

Après la simulation du nouveau réseau nous remarquons qu'il peut assurer de bonnes pressions dans tous les points du réseau variant de (2.4 à 4.5 bars), les vitesses sont bonnes et conformes aux normes dans la quasi-totalité des tronçons à l'exception de certains tronçons où la vitesse approche les 0.5 m /s

V.6. conclusion :

A travers ce chapitre nous avons dimensionné le réseau de distribution de la partie nord de Boufarik suite au calcul des différents débits et à l'aide du logiciel EPANET nous avons pu lancer la simulation du réseau pour voir son comportement du point de vue vitesses et pressions. Nous avons obtenu des vitesses et des pressions conformes aux normes. Ces résultats trouvés nous permettent de satisfaire la demande sans avoir des problèmes de fonctionnement et pour les faibles vitesses obtenues nous projetterons des vidanges pour éviter dépôts. Une gamme de conduites en Polyéthylène haute densité (PEHD) Pn16 allant de 63mm jusqu'à 630mm sera utilisée .

CHAPITRE VI :

ORGANISATION DE
CHANTIER

VI.1.Introduction

L'organisation d'un chantier consiste à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour la réalisation convenable et l'exécution des travaux dans les plus brefs délais pour cela Le chef de projet et son équipe devront se servir d'un ensemble d'outils et de techniques afin de pouvoir conduire, coordonner et harmoniser les diverses tâches à exécuter. Dans ce chapitre nous nous intéressons à la pose des canalisations dans le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Boufarik .

VI.1. Pose des canalisations

VI.1.1. Le Principe de pose des canalisations

Le choix du type de pose des conduites s'effectue en fonction de la topographie de notre terrain cette pose de canalisation peut être : [1]

- en terre .
- en mauvais terrains .
- en galerie .
- en pentes .
- des conduites en traversées des routes et voies ferrées .
- à proximité d'une conduite d'assainissement .
- par Passage de ponts .
- par Traversée de rivière.

a) Pose en terre

la pose en terre s'effectue dans une tranchée de largeur suffisante , cette opération s'effectue par tronçon successif, en posant des tuyaux en files bien alignés et bien nivelés, tout en commençant par les points hauts. Cette disposition des Canalisations a pour but de les protéger contre les dégradations extérieures, de conserver la fraîcheur de l'eau et de la mettre à l'abri du gel.

b) Pose en mauvais terrains

Si la conduite devra être posée dans un terrain marécageux, il serait nécessaire de couler au fond de la tranchée une dalle en béton armé pour éviter les affaissements qui pourraient éventuellement rompre la conduite

c) Pose en galerie

La pose des conduites en galerie présente double avantages de faciliter la surveillance et d'éviter les tassements de terrain en cas de fuite, ainsi l'ouverture de chaussée à l'occasion des réparations ou de remplacement. Cette pose est courante dans les villes ou agglomérations disposant déjà de galeries spéciales souterraines (égouts, caniveaux ou galeries spéciales visitables).

d) Pose en pente

Au-delà d'une certaine pente (2%) il convient d'équilibrer la composante axiale de gravité par l'utilisation de butées d'encrage ou de joints verrouillés, les deux techniques pouvant être associées.

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

e) Traversée de rivière

En fonction de la traversée, ce type de pose de conduites demande certains travaux confortatifs. Deux cas peuvent se présenter :

Premier cas : l'existence d'une route servira également à supporter la conduite.

Deuxième cas : si le pont route n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux. Nous proposons pour les conduites passant par l'oued une pose de canalisation sans ouverture de tranchée celle-ci peut être :

➤ **Une pose par fonçage :**

- La méthode consiste à pousser, à l'aide de vérins un fourreau perforant, en prenant appui sur un ancrage transversal. Un outil désagrège le terrain devant et à l'intérieur du fourreau.
- Lorsque la conduite à mettre en place présente des caractéristiques mécaniques suffisantes, elle peut être utilisée directement en lieu et place du fourreau; on dispose à son extrémité une trousse coupante.
- Pour des longueurs importantes, la résistance au frottement devient trop grande et l'on exécute le forage par sections, en utilisant des stations intermédiaires et une lubrification de la circonférence extérieure du tuyau foncé au moyen d'une suspension de bentonite[1]

➤ **Pose par forage dirigé :**

La pose d'une canalisation par forage dirigé est réalisé en deux étapes. Après reconnaissance soigneuse du sous-sol.

- Forage du trou pilote : à l'aide d'une tête pilotée et orientable qui creuse le terrain

Dans un premier temps, une tête de forage munie de buses d'injection de bentonite et actionnée par un train de tiges ,réalise un premier tracé de faible diamètre (50mm) ,par rotation et jets à haute pression de bentonite. C'est une sonde ,associée à un récepteur d'ondes, placée sur la tête de forage qui permet de connaître sa position exacte et donc de diriger le forage.

- Alésage du trou pilote et tirage des tuyaux en fonte ou en PEHD: le train de tiges installé dans le forage à l'issue de l'étape" trou pilote «est utilisé pour tirer("au retour")une tête d'alésage suivie des tuyaux en fonte ou en PEHD assemblés les uns aux autres au fur et à mesure de l'avancement (soudés ou verrouillés); Cette opération, ainsi que la précédente ,s'accompagnent d'une injection et d'une circulation permanente de bentonite. On s'assure que la connexion à l'alésure n'entraîne pas de rotation de la conduite.

Dans notre cas , les diamètres des conduites traversant l'oued sont inférieurs à 800mm et le matériau utilisé est le PEHD donc la méthode de pose sans ouverture de tranché la plus adéquate est la pose par forage horizontal .

VI.2. Les étapes de Réalisation du réseau d'AEP

Les étapes des différents travaux sur les chantiers de réalisation d'un réseau d'A.E.P sont :

- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain .
- Excavation des tranchées .
- Aménagement du lit de pose des conduites .
- Pose des conduites .
- Epreuve de joint et de canalisation .
- Remblaiement des tranchées. [6]

VI.2.1 .Implantation de la trace des tranchées sur le terrain

a-Matérialisation de l'axe

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

b- Nivellement de la plate-forme de pose

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux où plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison Lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul ,on détermine la hauteur de chaque point ainsi la profondeur de tranchée en point.

VI.2.2 . Excavation des tranchées

L'excavation se fait en deux étapes :

VI.2.2.1. Enlèvement de la couche végétale

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer toujours par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs.

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

$$V_{cr} = L. b. e \quad (VI.1)$$

Avec :

V_{cr} : volume de la terre décapée en (m³) .

L : longueur totale des tranchées en (m).

b : largeur de la couche végétale (m).

e : épaisseur de la couche en (m), e =10 cm .

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un bulldozer ;Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou a pneu.

L'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique permet d'abaisser ou de lever ; Si la lame est en position basse, l'engin fait du terrassement par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30cm.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également. La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au-dessus du sol de 75cm à 1m).

Pour l'excavation des tranchées et des fouilles des regards de notre réseau, on optera pour la pelle rétro ; Les caractéristiques de la pelle rétro sont :

- creuser au-dessous de la surface d'appui.
- creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical .
- creuser à une profondeur importante .
- creuser dans la direction de la machine .

VI.2.2.2. Réalisation des fouilles

La réalisation de la tranchée et le remblaiement dépendent des paramètres suivants :

- l' environnement .
- Caractéristiques de la conduite (type de joint et diamètre) .
- Nature du terrain (avec ou sans eau) .
- Profondeur de pose.

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement ou manuellement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 0.6 m pour :

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

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

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

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour une pelle mécanique, les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs.

La pelle peut porter divers équipement :

- Godet normal pour travail en butée,
- Godet rétro pour travail en fouille et en tranché
- Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage
- Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...).

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La largeur de la tranchée (b) .
- La profondeur de la tranchée (Htr) .

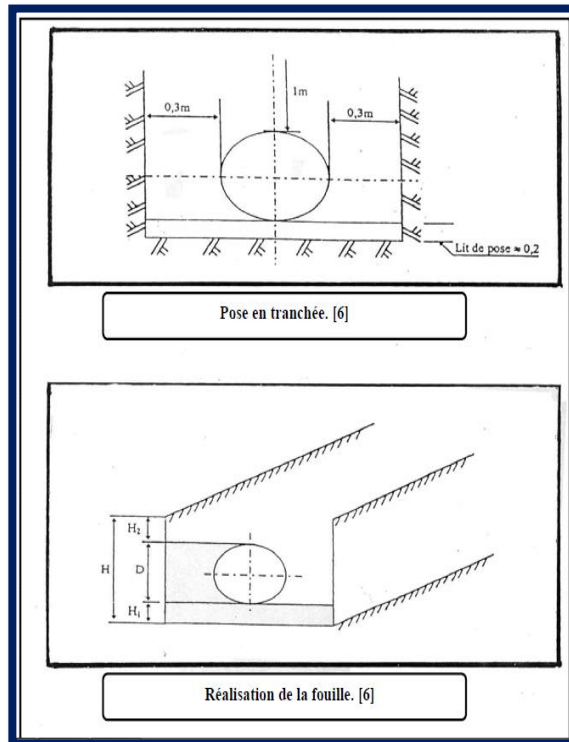


Figure VII.1: Schéma d'une tranchée avec une conduite circulaire

e) Largeur de la tranchée

Elle doit être au minimum 0.60 m pour faciliter les travaux. Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.30 m d'espace de chaque côté de celle-ci.

La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0,30) \quad \text{(VI.2)}$$

B : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

f) La profondeur de la tranchée

La profondeur doit être suffisante. Elle varie de 0.60 m à 1.50 m pour assurer la protection de la conduite contre les variations de la température et le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges .

On peut calculer la profondeur de la tranchée en utilisant la formule suivante :

$$H_{tr} = D + H1 + H2 \quad \text{(VI.3)}$$

Avec :

H_{tr} : la profondeur de la tranchée (m).

H₁: épaisseur de lit de pose prise égale à **0.2 m**

H₂: distance verticale séparant la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol (m), elle est entre 80 et 120cm ; on prend **H₂ = 0.9 m**.

D : diamètre de la conduite (mm).

g) La section de la tranchée:

Les sections des tranchées sont de forme rectangulaire dont l'aire est :

$$\text{Str} = \text{Htr} \times b \quad (\text{VI.4})$$

Avec :

Str : la sections de tranchée (m²) .

Htr : la profondeur de la tranchée (m) .

b : largeur de la tranchée (m).

h) Le volume de déblai :

Le volume de déblai (volume à excaver) est donné par la formule suivant :

$$\text{Vd} = \text{Str} \times L \quad (\text{VI.5})$$

Avec :

Vd : volume de déblai (m³)

Str : la section de tranchée (m²)

L : la longueur de la tranche (la longueur de la conduite)

Tableau VI.1 :Volume déblai et volume décapé

Linéaire (ml)	Diamètre (m)	Largeur (m)	Htr(m)	Vd(m ³)	Vd foisonné (m ³)	V.Décapé (m ³)
850.82	0.063	0.663	1.2	656.04	787.25	56.41
2292.53	0.075	0.675	1.2	1818.26	2181.92	154.75
2636.03	0.09	0.69	1.2	2164.44	2597.33	181.89
1745.77	0.11	0.71	1.2	1499.79	1799.75	123.95
1717.83	0.125	0.725	1.2	1525.65	1830.78	124.54
2775.7	0.16	0.76	1.3	2658.01	3189.61	210.95
1821.6	0.2	0.8	1.3	1894.46	2273.36	145.73
2229.12	0.25	0.85	1.4	2557.92	3069.50	189.48
2619.12	0.315	0.915	1.4	3391.04	4069.25	239.65
689.44	0.4	1	1.5	1034.16	1240.99	68.94
551.1	0.5	1.1	1.6	969.94	1163.92	60.62
431.2	0.63	1.23	1.7	917.55	1101.06	53.04
5688.3	0.71	1.31	1.8	13487.53	16185.03	745.17
TOTAL				34574.79	41489.75	2355.11

VI.2.3 Aménagement du Lit de pose des conduites

Avant la pose de conduite, nous procédons à la pose d'un lit de sable de 0,15 m à 0,2 m d'épaisseur nivelée suivant les côtes du profil en long. Dans notre projet on prend 0.2 m.

VI.2.3 Calcul du volume de lit de sable

Le volume de lit de sable est comme suit :

$$V_{\text{sable}} = Ss \times L \quad (\text{VI.7})$$

Ss : la section de lit de sable est égale $Ss = e \times b$ (m²)

L : longueur de la tranchée (m)

e : épaisseur de lit de sable, e = 0.2 m

b : largeur de la tranchée (m)

Tableau VI.2 : volume de sable nécessaire au lit de pose

Linéaire (ml)	Diamètre (m)	Largeur (m)	VOLUME SABLE (m ³)
850.82	0.063	0.663	112.82
2292.53	0.075	0.675	309.49
2636.03	0.09	0.69	363.77
1745.77	0.11	0.71	247.90
1717.83	0.125	0.725	249.09
2775.7	0.16	0.76	421.91
1821.6	0.2	0.8	291.46
2229.12	0.25	0.85	378.95
2619.12	0.315	0.915	479.30
689.44	0.4	1	137.89
551.1	0.5	1.1	121.24
431.2	0.63	1.23	106.08
5688.3	0.71	1.31	1490.33
TOTAL (m ³)			4710.22

VI.2.4. Pose des canalisation :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont .
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé .

- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées .
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers

VI.2.4. 1. Assemblage des conduites PEHD :

Le polyéthylène (PE) est le plastique de production le plus commun, nous allons nous concentrer à son emploi en tuyaux. Les deux méthodes les plus communes pour le souder sont l'électro-soudure et la soudure bout à bout. Par ses propriétés, le polyéthylène est idéal pour les réseaux de distribution d'eau potable,. Parmi les avantages qu'il présente sont sa grande flexibilité, son absence de toxicité, ses bas coûts de maintenance, sa facile installation et manipulation, sa basse rugosité ou sa résistance à des agents extérieurs et à la corrosion.

Bien que les deux techniques les plus habituelles, aussi l'électro-soudure que la soudure bout à bout, sont relativement simples, il est fondamentale de préparer les surfaces sur lesquelles nous allons faire la liaison et connaître en détail le processus pour effectuer une bonne soudure. [7] A l'heure de choisir quel type de soudure employer des deux, nous devons prendre en compte le type d'œuvre à laquelle nous faisons face, quant à la fiabilité, les deux sont des systèmes pareils.

c) Procédé d'assemblage par électro soudage

La réalisation d'un assemblage par électro soudage met en œuvre des pièces de raccordement électro-soudables (pièce de forme ou manchon) permettant de raccorder, à l'aide d'une machine dessoudage, deux tubes entre eux ou un tube et une pièce de forme à extrémité lisse. Dans ce procédé, les types de canalisations peuvent être des barres droites ou des tubes enroulés, et l'épaisseur des parties assemblées est indifférente. Toutefois leur diamètre extérieur doit être compatible avec celui des manchons et / ou des pièces de forme électro-soudables. [7]



Figure VI.2: équipements de l'électro-soudage(catalogue du groupe CHIALI,2020)

Les étapes à suivre lors de l'électro-soudage sont les suivantes :

- Redressement (tubes enroulés) et alignement des tubes,
- Maintien des tubes et / ou pièces de forme entre eux à l'aide d'un positionneur.
- Préparation des extrémités à assembler (coupe, espacement, nettoyage, grattage si nécessaire pour la qualité de tube employée, marquage, ...)
- Soudage de l'assemblage selon les spécifications de l'opérateur de réseau,
- après soudage, maintien en place du positionneur pendant le temps de refroidissement

d) Procédé d'assemblage par soudage bout à bout :

La réalisation d'un assemblage par soudage bout à bout consiste à joindre les extrémités de tubes en barres droites entre eux ou avec des pièces de forme à extrémités lisses après avoir préalablement obtenu la fusion des extrémités à assembler par chauffage au moyen d'une machine de soudage.

Dans ce procédé, les tubes et / ou pièces de forme doivent avoir la même épaisseur dans la zone de fusion.

Ces deux procédés peuvent être utilisés concomitamment pour la réalisation d'un même ouvrage. [7]



Figure VI.3: équipements du soudage bout à bout (catalogue du groupe CHIALI ,2020)

Les étapes à suivre lors du soudage bout à bout sont les suivantes :

- Alignement des tubes et / ou pièces de forme.
- Préparation des extrémités par dressage.
- Nettoyage de l'outil chauffant, si nécessaire.
- Soudage de l'assemblage selon les spécifications de l'opérateur de réseau,
- Après soudage, immobilisation de l'assemblage pendant le temps de refroidissement

VI.2.5 . Essai hydraulique

Avant de remblayer la tranchée, on effectue un essai à l’aide d’une pompe d’épreuve, on remplit la conduite d’eau, on lui applique une pression d’essai égale à la pression à laquelle sera soumise majorée de 50 %.

VI.2.6.Remblaiement des tranchées

La mise en place du remblai depuis le fond de la fouille jusqu’à une hauteur de 0,15 m au-dessus de la génératrice supérieure est effectuée manuellement avec de la terre des déblais expurgée de tous éléments susceptibles de porter atteinte aux revêtements extérieurs des canalisations, soit avec tout matériau pulvérulent convenable. A l’aide des engins on continue ensuite à remblayer par des couches successives de 25 cm compactées l’une après l’autre. Pour cette étape on utilise la terre des déblais.

Pour les canalisations en polyéthylène, le remblaiement ne doit s’effectuer qu’avec les plus grandes précautions si la température est inférieure à 0°C. A partir de hauteur précédemment fixée, le remblaiement peut se poursuivre, soit manuellement, soit à l’aide des engins mécaniques.

VI.2.6.1. calcul du volume du remblai :

Le volume de remblai est calculé par la formule suivant :

$$V_R = V_d - \left[\left(\frac{\pi D^2}{4} \times L \right) + V_{sable} \right] \quad \text{(VI.8)}$$

V_R : volume de remblai

V_d : volume de déblai (m³) .

V_{sable} : volume de lit de sable (m³) .

D : diamètre de la conduite (m) .

L : longueur de la conduite

Tableau VI.3 : volume remblais et du sable

Linéaire (ml)	Diamètre(m)	Largeur (m)	VREMBLAI (m ³)
850.82	0.063	0.663	671.78
2292.53	0.075	0.675	1862.30
2636.03	0.09	0.69	2216.80
1745.77	0.11	0.71	1535.27
1717.83	0.125	0.725	1560.62
2775.7	0.16	0.76	2711.93
1821.6	0.2	0.8	1924.70
2229.12	0.25	0.85	2581.18
2619.12	0.315	0.915	3385.94
689.44	0.4	1	1016.51
551.1	0.5	1.1	934.53
431.2	0.63	1.23	860.64
5688.3	0.71	1.31	12443.73
TOTAL (m³)	33705.93		

VI.3.Équipement du réseau de distribution :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants : [4]

VI.3.1.Robinets vannes

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

Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille », Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

VI.3.2 .Bouches ou poteau d'incendie

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

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

VI.3.3 les clapets

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu, on peut utiliser comme soupape pour éviter le choc à la forte pression.

VI.3.4 Les Ventouses

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

VI.3.5 Robinets de vidange

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution

VI.3.6 pièces spéciales de raccord

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

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

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

VII .4. Evaluation des travaux

Cette évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant, et en fin, on trouve le coût totale du projet.

Les tableaux suivants montrent le devis estimatif de l'établissement du système d'alimentation en eau potable de notre zone d'étude.

Tableau VII.4 : Devis estimatif et quantitatives des travaux de mise des canalisations en tranché

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	P.U(DA)	MONTANT ESTIMATIF (DA)
1	Travaux de Terrassement				
	Décapage	m ³	2355.11	300	706533
	Déblai	m ³	41489.75	300	12446925
	Pose de lit de sable	m ³	4710.22	400	1884088
	Remblai	m ³	33705.93	300	10111779
2	Diamètres des conduites distribution posées en tranchées (PEHD PN16)				
	63	ML	850.82	258.97	220336.855
	75	ML	2292.53	361.62	829024.699
	90	ML	2636.03	526.75	1388528.8
	110	ML	1745.77	781.55	1364406.54
	125	ML	1717.83	1011.85	1738186.29
	160	ML	2775.7	1653.75	4590313.88
	200	ML	1821.6	2597	4730695.2
	250	ML	2229.12	4018	8956604.16
	315	ML	2619.12	6370	16683794.4
	400	ML	689.44	10290	7094337.6
	500	ML	551.1	16047.5	8843777.25
	630	ML	431.2	25480	10986976
	710	ML	5688.3	32217.5	183262805

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	P.U(DA)	MONTANT ESTIMATIF (DA)
3	Diamètres des conduites de distribution traversant l'Oued (PEHD PN16)				
	315	ML	9.3	10500	97650
	400	ML	10.86	12000	130320
	250	ML	17.52	9000	157680
	110	ML	9.98	1800	17964
4	pose de vanne de sectionnement et pièces spéciales de raccordement (tés, coudes, vannes.....etc)				
	Vannes	U	25	15000	375000
	Tes	U	30	5000	150000
	Coudes	U	43	6000	258000
	Protection contre les incendies				
	La bouche d'incendie	U	10	50000	500000
	Totale HT (DA)				277140075.7
	TVA 19 % (DA)				52656614.38
	TOTALE TTC (DA)				329796690.1

VI.6.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'AEP pour les deux cas de pose en tranchée et sans ouverture de tranché pour les conduites traversant l'oued , suite à cela nous avons estimé aussi le cout totale du projet qui approche les 329.8 millions de dinars .

CHAPITRE VII :

SECURITE DU TRAVAIL

VII.1. Introduction

La protection et sécurité du travail représentent l'ensemble des consignes et structures contribuant à limiter aux maximums les accidents pouvant survenir dans un chantier, selon les classifications établies, ces mesures doivent être scrupuleusement respectées pour contribuer à limiter au maximum les accidents.

Dans ce chapitre nous nous intéresserons aux dispositions qui permettent la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents dans les chantiers est pris afin de permettre aux travailleurs d'exercer leur profession dans les bonnes conditions.

VII.2 . Définition de l'accident du travail

L'accident du travail selon le code de la sécurité sociale « Est considéré comme accident du travail quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque Titre que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. » On distingue :

- Accident du travail avec arrêt.
- Accident du travail avec incapacité permanente.

VII.2 .1 . Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique [8]

Généralement les accidents de travail sont la suite de conditions dangereuses et d'actions dangereuses , ils sont causés par deux facteurs :

e) Facteurs humains

- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, manque de maîtrise et de responsable Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Erreurs de jugement ou de raisonnement
- Importance durant les différentes phases de réalisation
- Suivre un rythme de travail inadapté
-

f) Facteurs matériels

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

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

VII.2 .2 conditions et actions dangereuses dans un chantier[8]**c) conditions dangereuses**

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

d) actions dangereuses

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement, Ex : Graisser un engin en marche.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension Ex : ramasser un outil à proximité d'un conducteur sous tension (dans une station de pompage) .
- Agir sans prévenir ou sans autorisation .
- Neutraliser les dispositifs de sécurités .
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle .
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin .
- Importance durant les opérations de stockage .
- Adopter une position peu sûre, Exemple : transport du personnel sur la plate –forme d'un camion chargé de gros matériel
- Travailler dans une altitude inappropriée
- Suivre un rythme de travail inadapté, Ex : cadence de travail trop rapide
- Plaisanter ou se quereller

VII.2.3. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents

Ces mesures sont la suite logique de l'étude de sécurité, qui concerne tous les membres de l'entreprise. Tous doivent contribuer à la lutte contre l'accident .Les efforts de préventions seront couronnés si chacun collabore à la recherche et la suppression des risques, à la mise en place de dispositifs de protection. [8]

VII.2.3.1. Protection individuelle

Pour mieux protéger contre les dangers sur un chantier il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gans, chaussures, lunette protectrice... etc.). Le port des équipements individuels de protection est une mesure efficace de prévention, parmi ces équipements on distingue :

d) Les casques

Ils sont devenus confortables, même par temps chaud, ce qui rend moins contraignante l'obligation de les porter. Il faut s'assurer que le casque est en bon état, conforme aux normes et que la date limite de son utilisation n'est pas dépassée. Pour les travaux en hauteur, la jugulaire doit être attachée pour empêcher le casque de tomber.

e) Les chaussures

Il existe aujourd'hui toutes sortes de chaussures de sécurité contre les chocs mais également contre les agents agressifs (feu, produit chimique). La chaussure avec semelle antidérapante avec l'intérieur traité anti bactérien est préférable.

f) Les gants

Les mains sont les parties du corps les plus fréquemment touchées par les lésions lors des accidents du travail. Les modèles doivent être à la taille des mains de leurs utilisateurs et adaptés à chaque type de travaux et de risques : coupures, perforations, vibrations, allergies et produits chimiques. Les gants doivent être conformes aux normes et soigneusement entretenus.

g) Les lunettes

Les accidents des yeux représentent 3 % des accidents du travail. Ils pourraient facilement diminuer grâce au port de lunettes adaptées.

h) Masques

Les particules solides, les aérosols ou liquides, les vapeurs et gaz sont particulièrement nocifs. Des équipements de protection respiratoire adaptés (masques à cartouches) permettent d'éviter leur inhalation. Pour les travaux à chaud, les masques à cartouches filtrantes sont recommandés ; pour les travaux à froid, les demi-masques filtrants jetables peuvent être employés.



Figure VII.1:Gants de protection



figure VII.2 :casque de protection sur chantier



Figure VII.3 : lunette de protection sur chantier

VII.2.3.2. Protection collective

La protection collective concerne :

d) Les travaux de terrassement :

Les risques spécifiques aux travaux de terrassement, concernant essentiellement :

- La circulation des engins
- Les éboulements
- La rupture des canalisations souterraines
- Les explosives
- La chute de matériaux ou personne dans les fouilles.
- La chute des personnes lors des travaux de plain-pied ou en élévation par suite de sols glissants ou encombrés;
- Le contact accidentel d'engin avec les lignes aériennes sous tension;
- Les blessures provoquées par les organes mobiles;
- Les traumatismes dues à la conduite d'engins;
- Les heurts par les véhicules et engins de chantiers;
- La collision entre engins.
- La prévention de ces risques nécessite des mesures à prendre lors de l'exécution des travaux de terrassement.

e) Les blindages

L'éboulement des parois est toujours à craindre lors des travaux en tranchée. Les accidents sont toujours graves : écrasement, asphyxie.

- Les tranchées doivent être blindées.
- Ne jamais descendre dans une tranchée non blindée, soit pour réaliser la pose des blindages, soit pour exécuter les travaux.
- Un espace libre suffisant doit être réservé entre le bord de la tranchée et les matériaux.

f) Les machines et outils

Les machines à travailler les matériaux (bois, métal), les bétonnières, les appareils de soudage ou découpage, les grues, les excavatrices etc. ne peuvent être utilisées et entretenues que par des personnes compétentes formées pour ces opérations.

Les instructions d'emploi et d'entretien doivent être respectées.

- Les différentes machines doivent être à l'arrêt pour tous les travaux de nettoyage et d'entretien.
- Ne pas dépasser la charge maximale d'utilisation qui doit être inscrite bien lisiblement sur les monte matériaux, grue et tous les autres appareils de levage.
- Ne pas rester dans le rayon d'action des engins de levage et de terrassement pour éviter des accidents :
 - par heurts;
 - par chute de matériaux.
- Après un choc, une chute, ne pas utiliser un outil électrique portatif avant qu'il ait été vérifié par une personne compétente.
- Ne pas utiliser les outils électriques portatifs à l'extérieur en cas de pluie.

g) Les installations électriques

Seul un électricien, qualifié et désigné, peut installer, modifier, réparer, entretenir les installations électriques. Dans le cas de travaux à proximité de lignes aériennes ou de câbles souterrains, respecter les distances de sécurité.

VII.3 .Conclusion :

Pour assurer une bonne gestion et exploitation sur le chantier , il est impératif de savoir les causes des accidents et d' éviter les actions dangereuses. Ainsi nous pouvons gagner sur le plan financier et offrir une meilleure condition de travail pour les personnels et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages.

CONCLUSION GENERALE

A travers cette étude, nous avons présenté en premier lieu les paramètres caractérisant notre zone d'étude en terme de population et de besoins en eau, par la suite un diagnostic physique et hydraulique ont été établis afin d'avoir un aperçu détaillé sur les problèmes existants dans le réseau d'alimentation en eau potable de la partie nord de la ville de BOUFARIK .

Suite à la simulation du réseau actuel, ce dernier a présenté plusieurs anomalies en termes de pressions et de vitesses pour l'horizon actuel et futur . Pour y remédier nous avons proposé la rénovation de notre réseau du fait qu'il soit majoritairement en amiante ciment et tenant en compte les différentes anomalies détectées.

Le réseau projeté sera réalisé en PEHD et pourra satisfaire les besoins de notre agglomération futur tout en assurant de bonne pressions et vitesses en tout point du réseau .

En dernier lieu, nous avons proposé un devis estimatif du réseau projeté suivi des instructions de bases assurant la sécurité des travailleurs sur un chantier.

Suite à cette étude j'ai pu mettre en pratique toutes les connaissances dont j'ai eu le privilège d'y bénéficié lors de mon cursus. je souhaite que ce modeste travail puisse servir comme référence pour les projets d'alimentation en eau potable.

REFEENCES BIBILIOGRAPHIQUES

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

[2] : **DUPONT.A** « Hydraulique urbaine » tome II, Edition Eyrolles ,1979 ,France.

[3] : **LYONNAISE DES EAUX** « Mémento du gestionnaire de l'AEP et de l'assainissement» tome I , 1993,France .

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

[5] : **Guide EPANET**

[6] : **Y. BALAZARD** « préparation d'un chantier de travaux Publics» .Editions Eyrolles,
1tfc 976, paris ,France .

[7] **www.groupe-chiali.com**

[8] :**LAGOUM.A** ” Etude de la réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la commune de OUED DJER (W.BLIDA) ”, MFE ENSH 2007,Algerie .