

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'Arib (w. Ain Defla).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0003-21

APA Citation (توثيق APA):

Messaoudi, Mohammed (2021). Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'Arib (w. Ain Defla)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 بتمكين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME

**Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en
eau potable de la commune de ARIB
(W. Ain Defla)**

Présenté par

Mr. MESSAOUDI Mohammed

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Président
Mr. Bouziane Omar	M.A.A	Membre
Mr. SAIMI Ahmed	M.C.B	Membre
Mme. KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promotrice

Session : 2020 / 2021

REMERCIEMENT

*Tout d'abord, je voudrais commencer par remercier **DIEU** qui a éclairé mon chemin et qui m'a donné le courage de terminer mes études tout au long de ces 5 années.*

*J'adresse mes sincère remerciements à tous **mes Enseignants** de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en hydraulique.*

*Je voudrais ensuite présenter ma gratitude à mon promoteur: **Mme M.KAHLERRAS** pour m'avoir dirigé avec ses sages conseils afin de mener à bien ce travail.*

*Je remercie **le président et le membres du jury** qui me font l'honneur de juger mon travail.*

Mes remerciements vont également à mes chers parents, frères, sœurs et tous mes amis, et toutes les personnes qui m'ont aidé et contribué directement ou indirectement à la réalisation de cette mémoire.

Dédicace

C'est avec une grande émotion que je me permets de dédier ce modeste travail à :

Mes parents qui m'ont toujours fait confiance et qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours scolaire, aucun mot ne peut décrire ma gratitude et ma fierté d'être votre fils.

Mes sœur Rawan et Douaa, mon cousin ilyess, Mes amis Ayoub, Halim et Moussa qui m'ont toujours soutenu et répondu présent en toutes circonstance, pour cela je les admire.

*Mes chers amis d'enfance, de collègue et de l'ENSH.
Tous ceux qui m'aiment et qui me portent dans leurs cœurs.*

MESSAOUDI Mohammed

ملخص

تعاني بلدية عريب الواقعة بولاية عين الدفلى، من عجز واضح في مجال التزويد بالمياه الصالحة للشرب نظرا للتسربات التي تحدث نتيجة قدم الأنابيب المستعملة للتزود بالماء الشروب، ونقص طاقة التخزين نتيجة للتوسع العمراني.

من خلال هذه المذكرة سنقوم بتشخيص حالة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب القديمة وسنستعرض مختلف النقائص المسجلة بها فيزيائيا وهيدروليكية عن طريق المحاكاة، وتشمل هذه المذكرة أيضا دراسة اقتراح حل هذه النقائص عن طريق إنشاء شبكة توزيع جديدة وخزان مياه جديد.

Résumé

La commune de ARIB dans le Wilayat de Ain Defla souffre d'un déficit clair d'approvisionnement en eau potable en raison des fuites qui se produisent à la suite de vieilles canalisations utilisées dans le réseau d'AEP, et du manque de capacité de stockage en tant que résultat de l'expansion urbaine.

A travers ce mémoire, nous diagnostiquerons l'état de l'ancien réseau d'AEP et nous passerons en revue les différentes déficiences enregistrées par ces problèmes physiquement et hydrauliquement par l'utilisation de la simulation, en plus cette mémoire comprend également une étude de solution proposée à ces déficiences par l'établissement d'un nouveau réseau d'AEP et la construction d'un nouveau réservoir d'eau potable.

Abstract

The commune of ARIB, located in the Ain Defla province, suffers from a huge deficit in drinking water supply due to the leaks that occur as a result of the old pipes used for supplying drinking water, and from the lack of storage capacity as well as urban expansion. Throughout this thesis we will diagnose the state of the old water network and then review the different deficiencies recorded by these problems physically and hydraulically using simulation. finally, we will propose the possibility of solving these problems through establishing a new distribution network and building a new water tank.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION	3
I.1. Situation géographique de la zone d'étude	3
I.2. Situation topographique	4
I.3. Situation climatologique	4
I.3.1. Climatologie	4
I.3.2. Températures	4
I.3.3. Pluviométrie	5
I.3.4. Vents	5
I.4. Hydrogéologie	6
I.5. Situation démographique	6
I.6. Situation hydraulique	7
I.6.1. Ressources en eau	8
I.6.2. Ouvrages de stockages	8
CONCLUSION	9

CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

INTRODUCTION	11
II.1. Evaluation du nombre d'habitants futur	11
II.2. Evaluation des débits	12
II.2.1. Catégories des besoins en eau potable	12
II.2.2. Choix de la norme unitaire de la consommation	13
II.2.3. Détermination de la consommation moyenne journalière	13
II.2.4. Estimation des besoins journaliers	13
II.3. Variation de la consommation	16
II.4. Détermination des consommations maximales et minimales journalières	16
II.4.1. Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)	16
II.4.2. Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$)	17
II.5. Bilan Production-Besoins	17
II.6. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant	19
II.7. Conclusion	25

CHAPITRE III DIAGNOSTIC DU RESEAU D'AEP

INTRODUCTION	27
III.1. Définition d'un réseau de distribution	27
III.1.1. Classification des réseaux de distribution	27
III.2. Objectif de l'étude de diagnostic	28
III.3. Diagnostic de réseau de distribution	28
III.3.1. Diagnostic physique	28
III.3.2. Diagnostic hydraulique	35
CONCLUSION	66

CHAPITRE IV ETUDE DE STOCKAGE

INTRODUCTION	68
IV.1. Fonctions des réservoirs	68
IV.2. Classification des réservoirs	68
IV.3. Capacité des réservoirs	68
IV.3.1. Méthode analytique	68
IV.3.2. Méthode graphique	69
IV.4. Evaluation du volume de stockage nécessaire	71
IV.5. Dimensionnement de réservoir projeter	72
IV.5.1. Forme et type du réservoir	72

IV.5.2. Dimensions du réservoir	72
IV.5.3. Résumé des caractéristiques du réservoir projeté	73
IV.6. Equipements hydrauliques du réservoir Semi-enterré	74
IV.6.1. Equipements hydrauliques	74
IV.6.2. Equipements d'intervention	78
IV.6.3. Equipements de nettoyage	79
IV.6.4. Diagnostic et réhabilitation des réservoirs existants	79
CONCLUSION	83

CHAPITRE V PROJECTION D'UN NOUVEAU RESEAU D'AEP

INTRODUCTION	85
V.1. Choix du type de réseau	85
V.2. Conception du réseau de l'agglomération	85
V.3. Exigences fondamentales du réseau	85
V.4. Principe du tracé du réseau	85
V.5. Réhabilitation du réseau de distribution	85
V.6. Choix du matériau des conduites	86
V.7. Calcul hydraulique du réseau de distribution	86
V.7.1. Cas de pointe	86
V.7.2. Cas de pointe + incendie	90
V.8. Simulation hydraulique du réseau projeté	90
V.8.1. Cas de pointe	90
V.8.2. Cas de pointe + incendie	98
CONCLUSION	106

CHAPITRE VI POSE DE CANALISATION ET ACCESSOIRES

INTRODUCTION	108
VI.1. Pose des canalisations	108
VI.1.1. Type de canalisation	108
VI.1.2. Principe de pose de canalisations	108
VI.1.3. Réalisation des fouilles	109
VI.1.4. Assemblage des conduites	110
VI.2. Organes et accessoires utilisés dans le réseau	111
CONCLUSION	114

CHAPITRE VII GESTION DE PROJET

INTRODUCTION	116
VII.1. Les différents travaux de mise en place des canalisations	116
VII.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	116
VII.1.2. Excavation des tranchées	116
VII.2. Le Principe de pose des canalisations	116
VII.3. Planification des travaux du réseau de distribution	117
VII.3.1. Définitions des tâches et leurs durées	117
VII.3.2. Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM)	117
VII.4. Devis estimatif du projet	120
CONCLUSION	121

CONCLUSION GENERALE

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Tableau I.1 : Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles.....	4
Tableau I.2 : précipitations moyennes mensuelles.....	4
Tableau I.3 : vitesse de vent moyen mensuelle.....	5
Tableau I.4 : Caractéristiques des forages.....	7
Tableau I.5 : Caractéristiques des réservoirs de stockage.....	8

CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Tableau II.1 : Estimation de l'évolution de la population entre 2008 et 2051.....	11
Tableau II.2 : Estimation des Besoins domestiques à différents horizons.....	13
Tableau II.3 : Détermination des besoins des équipements publics existant.....	14
Tableau II.4 : Les Besoins des équipements publics proposés par le P.O.S.....	15
Tableau II.5 : Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale.....	15
Tableau II.6 : Consommation maximale journalière.....	16
Tableau II.7 : Consommation minimale journalière.....	17
Tableau II.8 : Production journalière.....	17
Tableau II.9 : Bilan Ressources-Besoins.....	18
Tableau II.10 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à l'état actuel (2021).....	19
Tableau II.11 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)	21
Tableau II.12 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à Long terme (2051).....	23

CHAPITRE III DIAGNOSTIC DU RESEAU D'AEP

Tableau III.1 : Répartition des tronçons par nature du matériau.....	28
Tableau III.2 : La répartition des longueurs des tronçons de conduites Aep par diamètres	29
Tableau III.3 : Fiche d'identification des sondages.....	32
Tableau III.4 : Description des équipements.....	34
Tableau III.5: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant).....	37
Tableau III.9 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe).....	41
Tableau III.12 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe).....	43
Tableau III.17 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie).....	51
Tableau III.20 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie).....	53
Tableau III.25 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant...	61

CHAPITRE IV ETUDE DE STOCKAGE

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du réservoir.....	71
Tableau IV.2 : caractéristiques du réservoir projeté.....	73

CHAPITRE V PROJECTION D'UN NOUVEAU RESEAU D'AEP

Tableau V.1 : Récapitulatif des débits de calcul pour le cas de pointe	86
Tableau V.2 : Calculs des débits routes et nodaux (réseau projeté).....	87
Tableau V.6 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe).....	90
Tableau V.9 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe).....	92
Tableau V.14 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie).....	98
Tableau V.16 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)	100

CHAPITRE VII GESTION DE PROJET

Tableau VII.1 : Temps de réalisation des opérations	117
Tableau VII.2 : Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation du réseau.....	118
Tableau VII.3 : Devis estimatif quantitatif du projet	120

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Figure I.1 : Situation administrative de la commune de ARIB (Source : Google Earth 2021).	3
Figure I.2 : Variation des Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles au cours de l'année)	4
Figure I.3 : Variation des précipitations moyennes mensuelle au cours de l'année	4
Figure I.4 : Variation des vitesses de vent moyennes mensuelles au cours de l'année	5
Figure I.5: Carte de zonage sismique du territoire national (source : RPA99 V.2003/ APRES ADDENDA).....	6
Figure I.6 : Image satellitaire du réservoirs R500+R200 (Source : Google Earth).....	8

CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Figure II.1 : Évolution de la population (2008-2051)	12
Figure II.2 : Bilan Ressources-Besoins	18
Figure II.3 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à l'état actuel (2021) .	20
Figure II.4 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à l'état actuel (2021)	20
Figure II.5 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)	22
Figure II.6 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)	22
Figure II.7 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à Long terme (2051) .	24
Figure II.8 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à Long terme (2051)	24

CHAPITRE III DIAGNOSTIC DU RESEAU D'AEP

Figure III.1 : Répartition linéaire des conduites de distributions selon la nature de matériau .	28
Figure III.2 : l'état physique des conduites de distribution	31
Figure III.3 : l'état physique des équipements du réseau.....	33
Figure III.4 : Distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe)	48
Figure III.5 : Distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe).....	48
Figure III.6 : Carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe)	49
Figure III.7 : Carte de distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe).....	50
Figure III.8 : Distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)	58
Figure III.9 : Distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe + incendie)	58
Figure III.10 : Carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie) .	59
Figure III.11 : Carte de distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe + incendie) ...	60

CHAPITRE IV ETUDE DE STOCKAGE

Figure IV.1 : Schéma de la méthode graphique	70
Figure IV.2 : Schéma générale des équipements hydrauliques du réservoir.....	74
Figure IV.3 : Arrivée par surverse (Chute libre).....	75
Figure IV.4 : Arrivée par surverse (Noyée)	75
Figure IV.5 : Arrivée par-dessous (Par le fond).....	75
Figure IV.6 : Arrivée par-dessous (Par le bas).....	75
Figure IV.7 : Conduite de départ.....	76
Figure IV.8 : Emplacement de la conduite de trop-plein et de vidange.....	77
Figure IV.9 : Système de matérialisation d'incendie d'évent	78
Figure IV.10 : Conduite by-pass	78
Figure IV.11 : Trappes d'accès	79
Figure IV.12 : Réservoir et chambre des vannes R1 (200 m3) (25/06/2021)	80
Figure IV.13 : Réservoir R2 (500 m3) (25/06/2021)	81

CHAPITRE V PROJECTION D'UN NOUVEAU RESEAU D'AEP

Figure V.1 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe).....	97
Figure V.2 : Distribution des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe)	97
Figure V.3 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)	104
Figure V.4 : Distribution des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)	104

CHAPITRE VI POSE DE CANALISATION ET ACCESSOIRES

Figure VI.1 : Marquage du tube en PEHD.....	108
Figure VI.2 : L'enfouissement de la conduite.....	110
Figure VI.3 : Assemblage Bout à bout	110
Figure VI.4 : Assemblage PEHD par électro-soudage.....	111
Figure VI.5 : Robinets-vanne à opercule.....	112
Figure VI.6 : Vanne a papillon.....	112
Figure VI.7 : ventouse à triple fonctions	113
Figure VI.8 : Ventouse à fonction unique	113

CHAPITRE VII GESTION DE PROJET

Figure VII.1 : Réseau en nœuds pour l'organisation de l'exécution des travaux de réalisation du réseau.....	119
---	-----

LISTE DES EQUATIONS

CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Population à l'horizon (II.1)	12
Le débit moyen journalier (II.2)	18
Consommation maximale journalière (II.3)	16
Consommation minimale journalière (II.4)	17

CHAPITRE III DIAGNOSTIC DU RESEAU D'AEP

Débit spécifique (III.1)	35
Débit en route (III.2)	36
Débits aux nœuds (III.3)	36

CHAPITRE IV ETUDE DE STOCKAGE

Capacité résiduelle du stockage (méthode analytique) (IV.1)	59
Capacité résiduelle du stockage (méthode graphique) (IV.2)	59
Diamètre de la cuve (IV.3)	72

LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1. Plan de masse et réseau d'Aep existant de la commune de ARIB

Planche N° 2. Plan de masse et réseau d'Aep projeté de la commune de ARIB

Planche N° 3. Plan de réservoir

Planche N° 4. Profil en long

NOMENCLATURE

MNT : modèle numérique du terrain

dot : Dotation journalière (l/j/hab.).

D : Diamètre (m).

$K_{\max,j}$: Coefficient d'irrégularité maximum journalier.

$K_{\min,j}$: Coefficient d'irrégularité minimum journalier.

N : Nombre de consommateurs (hab).

Q_{dom} : Débit domestique.

$Q_{\text{moy},j}$: Consommation moyenne journalière (m³/j).

$Q_{\max,j}$: Débit de consommation maximum journalier (m³/j).

$Q_{\min,j}$: Débit de consommation minimum journalier (m³/j).

$Q_{\text{moy},h}$: Débit moyen horaire (m³/h).

S : Section du réservoir (m²).

Introduction générale

Introduction générale

L'alimentation en eau potable est aujourd'hui un service public essentiel pour le confort des agglomérations, et bien évidemment pour répondre aux besoins fondamentaux d'alimentation et contribuer à la protection de la santé.

La ville de ARIB souffre énormément du problème de manque d'eau malgré que les ouvrages du système fonctionnent tous, Il y'a des anomalies qui engendrent un mauvais fonctionnement.

Cette étude ayant pour objectif de réaliser un diagnostic du réseau de distribution d'eau potable pour la ville de ARIB en utilisant les différents logiciels tel que EPANET, nous allons tout d'abord présenter la zone d'étude puis calculer les besoins en eau potable pour réaliser une analyse d'un point de vue physique et hydraulique afin de détecter les anomalies, nous allons par la suite projeter un nouveau réseau de distribution et définir les règles de pose de canalisation et accessoires du réseau, nous terminerons par un devis quantitatif et estimatif de notre projet.

Chapitre I :
Présentation de la zone
d'étude

Introduction

Dans ce chapitre on s'intéresse à la présentation générale de l'agglomération du point de vue géographique, climatologique et géologique, et connaître la situation hydraulique actuelle afin de calculer le déficit à combler.

I.1.Situation géographique de la zone d'étude

La commune d'ARIB est l'une des communes du Nord de la wilaya de Ain Defla. Elle est limitée administrativement par :

- Les communes de MENACER et CHERCHEL au nord.
- La commune de AIN DEFLA au sud.
- La commune de BEN ALLEL et EL KHEMIS à l'Est.
- La commune de MEKATRIA à l'Ouest.

Elle est située à 5 km à l'axe de la route nationale RN 4 qui relie Alger –Oran ainsi la voie ferrée qui traverse L'ACL qui l'ont fait occuper une position stratégique.



Figure I.1 : Situation administrative de la commune de ARIB (Source : Google Earth 2021)

I.2.Situation topographique

En se référant à la carte topographique, on remarque un terrain relativement plat et présentant des pentes moyennes au SUD dans le sens est de Nord-sud, et des pentes entre 5% à 10% au sud-ouest.

I.3.Situation climatologique

I.3.1.Climatologie

Du fait de sa situation géographique, la ville de ARIB se caractérise par un climat qui se trouve sous l'influence de l'étage méditerranéen et continental.

Distingué par deux saisons ; une saison chaude qui commence du mois de mai et se termine au mois d'octobre et une saison froide et humide correspond au reste de l'année.

Il pleut en moyenne 60 jours par ans, la température moyenne est de 18° si l'hiver est tiède, les mois d'été sont chauds les maximums enregistrés d'environ 40° d'après (P.D.A.U).

I.3.2.Températures

La température est constante pendant la période hivernale (Décembre, Janvier et février), elle oscille entre (6 et 11,2°C), la période hivernale constitue la période la plus froide de l'année avec des chiffres de 15,7°C en moyenne parfois en Février.

Dans le mois de Mars, la température amorce que l'on se rapproche de la période estivale (Juin, juillet et Août) qui constitue la période la plus chaude de l'année surtout pendant le mois de juillet et Août où la température se maintient à son plus haut niveau (34.2 et 34.3°C) avec des pics de 34°C, les températures sont montrées dans le tableau (I.1) et la figure (I.2) :

Tableau I.1 : Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Température Moyenne (°C)	10,1	11,2	12,7	14,9	18,8	23,5	27,6	27,8	24,3	19,2	14,3	10,8
Température Min (°C)	6	6,7	7,7	9,7	13,2	17,5	21,1	21,3	18,3	14	9,8	6,8
Température Max (°C)	14,2	15,7	17,7	20,1	24,5	29,6	34,2	34,3	30,4	24,4	18,9	14,8

Source: UN FAO climate info tool (période de 30 ans)

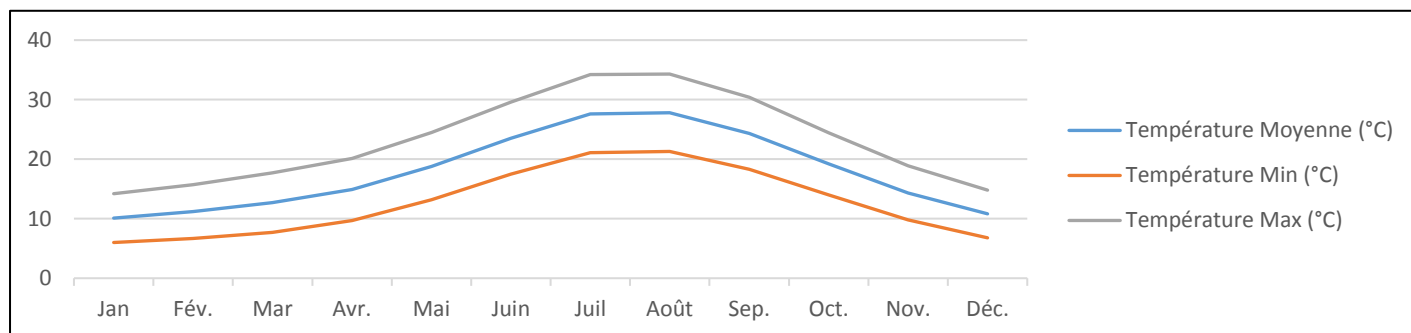


Figure I.2 : Variation des Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles au cours de l'année

I.3.3.Pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle est de 590 mm, la précipitation mensuelle est montrée dans le tableau (I.2) et la figure (I.3) :

Tableau I.2 : précipitations moyennes mensuelles

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Précipitation (mm)	85	79	64	57	37	14	2	6	22	60	69	83

Source: UN FAO climate info tool (période de 30 ans)

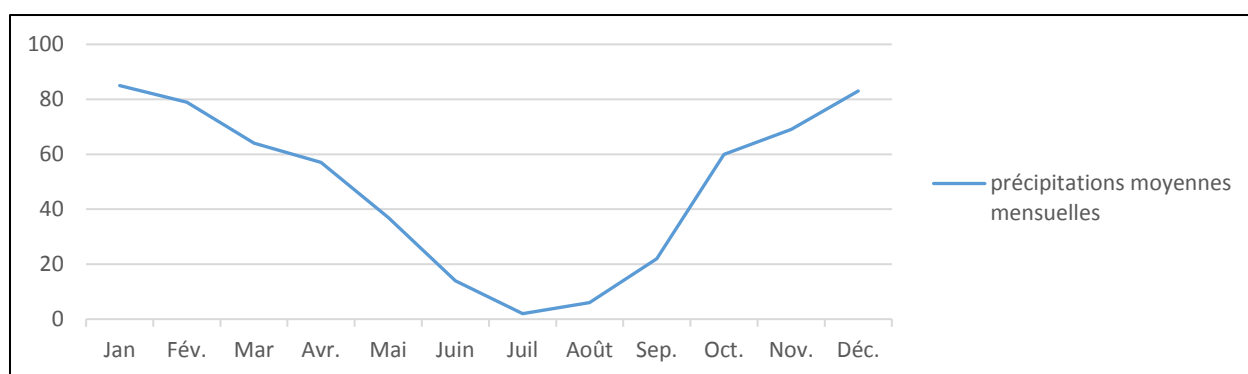


Figure I.3 : Variation des précipitations moyennes mensuelle au cours de l'année

D'après la figure (I.3) on voit que pendant la période hivernale les précipitations prennent des valeurs maximales entre (83 et 85mm) qui représente la période la plus humide de l'année, au contraire la période estivale représente une période sèche avec des valeurs min de (2, 6 et 14mm).

I.3.4.Vents

La commune de ARIB est située dans la zone du vent de Sirocco, un vent chaud et du sud dans la région méditerranéenne près de la côte nord de l'Afrique, la vitesse moyenne mensuelle de vent est en (m/s) montrée dans le tableau (I.3) et la Figure (I.4) :

Tableau I.3 : vitesse moyenne de vent mensuelle

Source: UN FAO climate info tool (période de 30 ans)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Vitesse de vent (m/s)	1.8	2.1	2.1	2	1.9	1.9	1.7	1.7	1.5	1.7	1.7	1.9

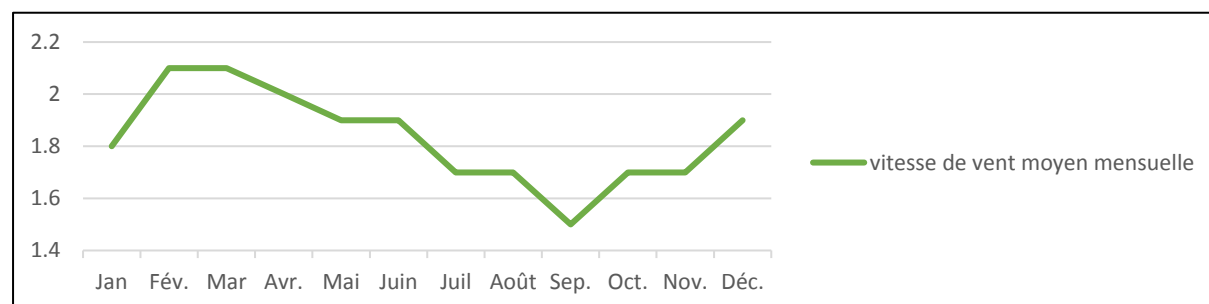


Figure I.4: Variation des vitesses de vent moyennes mensuelles au cours de l'année

Le vent dans la commune de ARIB est généralement une légère brise (1.5 à 3.3 m/s dans l'Échelle de Beaufort).

I.4.Hydrogéologie

La commune de ARIB est traversée d'Est en Ouest par oued el chellif et à l'ouest par oued BEDA, formé par l'oued Zeboudjet, oued Ferhat et oued el Had et plusieurs oueds à l'intérieur même de la commune qui sont généralement sec .

Sismicité

D'après le document technique réglementaire des Règles Parasismiques Algériennes (RPA de 1999/version 2003), La région de la commune de ARIB se situe dans le secteur de la classe qui représente un risque de moyenne sismicité (Zone II-b) comme il est montrée dans la figure (I.5) :

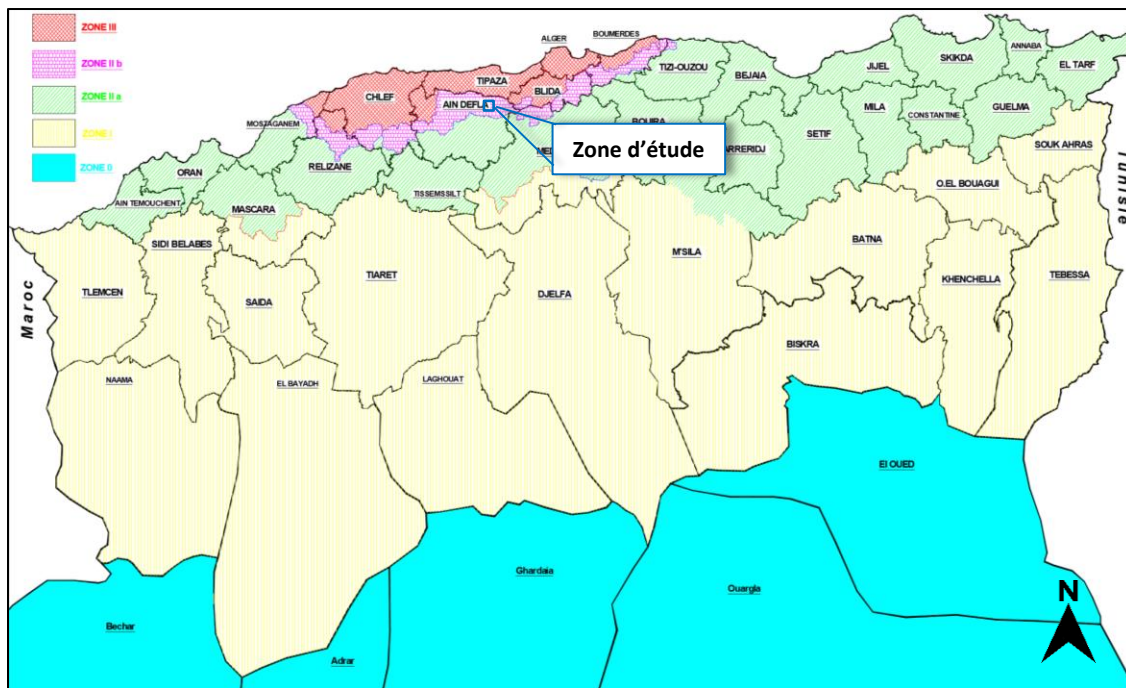


Figure I.5 : Carte de zonage sismique du territoire national (source : RPA 99 V.2003/ APRES ADDENDA)

I.5.Situation démographique

Le dernier recensement effectué en l'année 2008 a estimé la population de l'agglomération de chef-lieu ARIB à 6926 habitants (source service technique de l'A.P.C de la commune de ARIB) avec un taux de croissance de 2.82 % selon le D.P.A.T de la wilaya de AIN DEFLA.

I.6.Situation hydraulique

La commune d'Arib dispose actuellement d'un potentiel hydrique très important. Contenu de l'évolution urbanistique, les extensions de la ville sont déjà programmées dans les zones SUD et NORD (POS N°6-POS N°05). Cependant, on signale l'existence d'un seul type de réseaux de distribution, à savoir le Ramifier au centre-ville et en restes de la zone.

I.6.1.Ressources en eau

Il existe quatre forages dans la commune d'Arib d'où on exploite un seul forage F1 d'un débit de 45 l/s, ce débit est refoulé vers les deux réservoirs jumelés R500+R200 à l'aide d'une conduite rénové en fonte de diamètre 250mm.

Les autres forages restent comme réserve en cas de déficit d'eau ou en panne du forage F1.

La dite commune va être bénéficiaire des eaux du transfert à partir du barrage de sidi m'hamed ben taiba.

Tableau I.4 : Caractéristiques des Forages

Localisation	Coordonnées		Réalisation		Profond	Htm	Débit (l/s)		Puissance	DESTINATION
	x	y	Date	Mode	(m)	(m)	Mobil	Exil	Armoire (kw)	
F1 (Arib centre)	443.62	330.80	1979	/	74	160	45	45	92	R500+r200
(S'hari2) F3	442.65	333.25	2005	/	200	240	16	16	90	R1000 m3
S'hari1 3 F4	443.02	330.80	2008	/		180	30	30	75	
S'hari1 1 F2	441.10	330.90	/	/		160	30	30	/	En arrêt à cause de sa qualité d'eau

Source: DRE d'Ain defla

I.6.2.Ouvrages de stockages

Les deux réservoirs R500 et R200 semi enterrés assurent la desserte du chef-lieu de ARIB.

Le réservoir semi enterré R1000 m3 de Ouled Salem alimente en eau potable « ZAOUIA » et « KHOUAL ».



Figure I.6 : Image satellitaire du réservoirs R500+R200 (Source : Google Earth)

Le tableau suivant résume les caractéristiques des réservoirs de la zone d'étude :

Tableau 1.5 : Caractéristiques des réservoirs de stockage

Localisation	Réalisation		Type De réservoir	capacité (m3)	Destination	Provenance des eaux
	Date	Mode				
Arib centre	1978	Entreprise privé	Semi enterré	500+200 (jumelés)	Arib centre	F1
Mehara1	Ancien	Entreprise privé	enterré	50	Mehara1	R500+R200
Oued Salem	1997	Entreprise privé	Semi enterré	1000	ZAOUIA +Khoual	F3+F4
Khoual	Ancien	Entreprise privé	Semi enterré	200	KHOUAL	R1000

Source: DRE d'Ain defla

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons représenté la commune de ARIB, du point de vue topographique, géologique, démographique, climatologique et hydraulique; ces différentes informations représentent les données de base pour l'élaboration de notre projet.

Chapitre II :

Estimation des Besoins en

Eau

Introduction

Le présent chapitre a pour objectif la mise en évidence de l'évolution de la population de la zone d'étude ainsi que l'évolution de ses besoins en eau potable et cela à différents horizons.

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

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

II.1.Evaluation du nombre d'habitants futur

Le nombre de la population est estimé sur la base des statistiques relatives à la population correspondante au résultat du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008 selon la relation des croissances continus donnée par la relation (II.1) :

$$P_n = P_0 * (1 + \tau)^n \dots\dots\dots (II.1)$$

- P_n : population à l'horizon de calcul (2051) ;
- P_0 : Population de base (Source : APC \ RGPH (2008)) ;
- τ : taux moyen annuel d'accroissement de la population en (%) : ($\tau = 2,82$ %) (source : APC de Commune de ARIB).
- n : nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul ($n = 30$ ans).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant (Tableau (II.1)):

Tableau II.1 : Estimation de l'évolution de la population entre 2008 et 2051

	Reference (RGPH)	Actuel	Moyen terme	Long terme
Horizon	2008	2021	2036	2051
Taux d'accroissement (%)	2.82			
Nombre d'habitants	6926	13130	15089	30241

L'accroissement de la population est représenté dans la figure (II.1) :

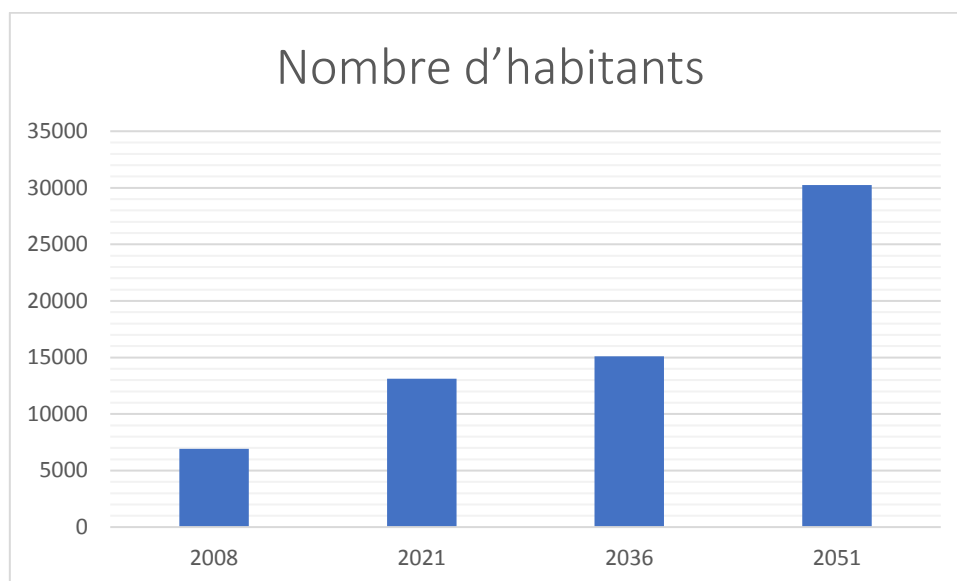


Figure II.1 : Évolution de la population (2008-2051)

II.2.Évaluation des débits

II.2.1.Catégories des besoins en eau potable

La quantité d'eau potable à garantir est fonction des différents besoins :

- **Besoins domestique**

On entend par besoins domestiques, l'utilisation de l'eau pour : la préparation des repas, la propreté, le lavage de la vaisselle et du linge, les douches, l'arrosage des jardins familiaux ...etc.

Les besoins en eau domestique dépendent essentiellement du développement des installations sanitaires et des habitudes de la population.

- **Besoins publics**

Ils comprennent l'utilisation de l'eau pour : le nettoyage des marchés et des caniveaux, le lavage des automobiles et l'eau que demandent les casernes, les administrations, les cantines...etc.

- **Besoins industriels**

Les entreprises industrielles ont besoin d'une quantité d'eau importante pour leur fonctionnement. La qualité d'eau exigée est différente d'une industrie à une autre en fonction du type du produit fabriqué ou transformé.

- **Besoins d'incendie**

Ils concernent, les quantités d'eau nécessaires pour la lutte contre l'incendie.

II.2.2.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, 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.

En tenant compte du mode de vie d'une commune urbain et avec ces activités, la norme de dotation actuelle recommandée par les services des ressources en eaux de la daïra de ARIB est de **200 l/j/hab**.

II.2.3.Détermination de la consommation moyenne journalière

Le débit moyen journalier est donné par :

$$Q_{moyj} = (Q_i * N_i)/1000 \dots\dots\dots (II.1)$$

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière [m^3/j] (catégorie).

N_i : Nombre de consommateurs de chaque catégorie [Unité]

Q_i : Norme moyenne journalière de consommation [l/j /Unité]

II.2.4.Estimation des besoins journaliers

II.2.4.1.Besoins domestique

Le tableau (II.2) détermine les besoins domestiques :

Tableau II.2 : Estimation des Besoins domestiques à différents horizons

	Unité	Actuel	Moyen terme	Long terme
Horizon	Année	2021	2036	2051
Population	Hab	13130	15089	30241
Dotation	l/j/hab	200		
Q_{moyj}	l/j	2626015	3017764	6048188
	m^3/j	2626	3018	6048

II.2.4.2. Besoins des équipements publics existant

Pour le calcul des besoins des équipements, nous avons recensé tous les équipements existants dans la commune de ARIB les besoins sont résumés dans le tableau (II.3) :

Tableau II.3 : Détermination des besoins des équipements publics existant

BESOINS SCOLAIRES				
Désignation	Unité	Usagers	Dotation (l/j/h)	Qmoy /j (m3/j)
01 Lycée Amed ZAHANA	Élève	930	10	9.3
01 CEM BOUHINI Abdellah	Élève	1169	10	11.69
01 CEM BACHIR ebrahimi	Élève	988	10	9.88
01 EP YOUCEF MESBAHI AEK	Élève	239	10	2.39
01 EP BOUTAIBA Ahmed	Élève	181	10	1.81
01 EP KADI Ahmed	Élève	368	10	3.68
01 EP des freres SABRIE	Élève	274	10	2.74
01 CRECHE	Enfant	100	25	2.5
01 C,F,P,A	Élève	250	10	2.5
BESOINS SANITAIRES				
01 POLYCLINIQUE	Employé	22	40	0.88
04 PHARMACIE	Employé	4	25	0.1
BESOINS COMMERCIAUX				
01 HAMMAM	Personne	40	200	8
02 DOUCHES	Personne	28	150	4.2
323 COMMERCES	Personne	323	20	6.46
08 CAFES	Personne	60	50	3
04 RESTAURANT	Personne	160	30	4.8
03 BOULANGERIE	Employé	3	400	1.2
02 MARCHÉ	Personne	100	10	1
02 BOUCHERIE	Employé	2	50	0.1
BESOINS ADMINISTRATIVES				
01 APC	Employé	70	10	0.70
01 PTT	Employé	30	10	0.30
01 GENDARMERIE	Employé	100	10	1.00
01 PARC COMMUNAL	Personne	20	10	0.20
01 GARDE COMMUNAL	Personne	20	10	0.20
01 GARDE FORESTIER	Employé	20	10	0.20
BESOINS CULTUREL ET SPORTIFS				
01 STADE COMMUNAL	Joueur	80	50	4
01 MOSQUEE SAADA	Fidel	400	10	4
01 MOSQUEE EL KARYA	Fidel	300	10	3
01 MOSQUEE CENTRE	Fidel	700	10	7
01 MOSQUEE EL NOUR	Fidel	4000	10	40
01 ECOLE CORANIQUE	Élève	100	10	1.00
01 BIBLIOTHEQUE EL NASR	Lecteur	50	5	0.25
01 SALLE OMNI SPORT	Douches	20	30	0.6
Total				138.68

Source: APC de ARIB

II.2.4.3. Besoins des équipements publics proposés par le P.O.S

Les besoins des équipements publics proposés par le plan d'occupation des sols sont résumés dans le tableau (II.4) :

Tableau (II.4) : Les Besoins des équipements publics proposés par le P.O.S

BESOINS DES POS				
Désignation	Unité	usagers	Dotation (l/s/h)	Qmoy /j(m3/j)
01 EP	Élève	420	40	16.80
01 CEM	Élève	420	40	16.80
01 SALLE DES SOINS	Patient	40	15	0.23
01 CENTRE COMMERCIALE	Employé	65	40	2.60
01 ESPACE VERT+PARKING	m2	5500	5	27.50
01 AIRE DE JEUX ET DETENTE	m2	32700	3	98.10
21 LOCAUX COMMERCIAUX	Locale	21	20	0.42
01 ANTENNE ADMINISTRATIF	m2	1057	5	5.29
01 MATERNITE	m2	7058.47	5	35.29
01 CENTRE COMMERCIALE	m2	2034.33	5	10.17
01 PROTECTION CIVIL	m2	5242.73	5	26.21
01 SALLE SPECIALISE	m2	2037.12	5	10.19
21 SALLE POLIVALENTE	m2	275.59	5	1.38
Total				250.97

Source: APC de ARIB

II.2.4.4. Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale

Les Besoins totaux en eau potable de la commune de ARIB sont donnés dans le tableau (II.5) :

Tableau II.5 : Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale

Catégorie des Besoins	Horizon		
	Actuel (2021)	Moyen terme (2036)	Long terme (2051)
	Qmoyj (m ³ /j)		
Domestique	2626	3018	6048
Equipement existant	138.68	138.68	138.68
Equipement proposé par le P.O.S	0.00	250.97	250.97
Total	2765	3407	6438

II.3.Variation de la consommation

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

- Variation annuelle et saisonnière qui dépend du niveau de vie de l'agglomération.
- Variation mensuelle qui dépend de l'importance de la commune.
- Variation journalière qui dépend du jour de la semaine où la consommation est la plus importante.
- Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population.

II.4.Détermination des consommations maximales et minimales journalières

En fonction des jours, des semaines et des mois, on observe des variations de la consommation, Le débit d'eau consommé n'est pas constant, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularité $K_{max,j}$ et $K_{min,j}$.

- $K_{max,j}$: consommation maximale journalière.
- $K_{min,j}$: consommation minimale journalière.

II.4.1.Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière maximum et noté $K_{max,j}$ Ainsi nous pouvons écrire :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j} \dots\dots\dots (II.2)$$

Avec :

- $Q_{max,j}$: consommation maximale journalière (m^3/j).
- $Q_{moy,j}$: consommation moyenne journalière (m^3/j).
- $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité journalière maximum, $K_{max,j}$ varie entre 1.1 et 1.3 .

On prend : $K_{max,j} = 1,3$.

Les résultats sont représentés dans le tableau (II.6) :

Tableau II.6 : Consommation maximale journalière

Horizon	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	$Q_{max,j}$ (m^3/j)
2021	2765	3594.10
2036	3407	4429.64
2051	6438	8369.19

II.4.2. Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$) :

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons aussi mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière minimum et noté $K_{min,j}$. Ainsi nous pouvons écrire :

$$Q_{min,j} = K_{min,j} * Q_{moy,j} \dots\dots\dots (II.3)$$

Avec :

- $Q_{min,j}$: Consommation minimale journalière (m^3/j).
- $Q_{moy,j}$: consommation moyenne journalière (m^3/j).
- $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité journalière minimum , $K_{min,j}$ varie entre 0.7 et 0.9 .

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

Les résultats sont représentés dans le tableau (II.7) :

Tableau II.7 : Consommation minimale journalière

Horizon	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	$Q_{min,j}$ (m^3/j)
2021	2765	2211.76
2036	3407	2725.93
2051	6438	5150.27

II.5. Bilan Production-Besoins

Les débits produits par les ressources disponibles sont représentés dans le tableau (II.8) :

Tableau II.8 : Production journalière

Source	Débit mobilisé	Débit exploité	Temps de Pompage	Production Journalière
Unité	l/s	l/s	heure	m^3/j
Forage F1	45	45	8	1296

Source: Services des ressources en eaux de la daïra de ARIB

Le tableau ci-après (II.9) montre la différence entre la demande et la production :

Tableau II.9 : Bilan Ressources-Besoins

Horizon	Actuel 2021	Moyen terme 2036	Long terme 2051
Besoins $Q_{\max j}$ (m^3/j)	4025.40	4961.20	9373.49
Production actuelle (m^3/j)	1296	1296	1296
Déficit (m^3/j)	-2729.40	-3665.20	-8077.49

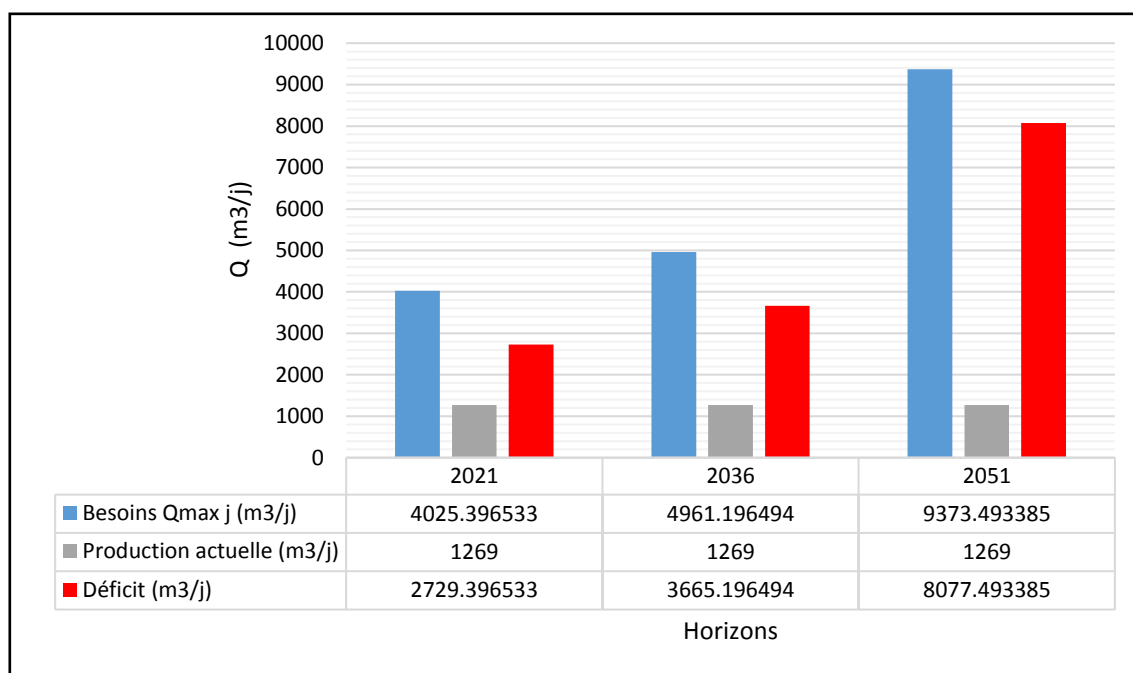


Figure II.2 : Bilan Ressources-Besoins

Les résultats donnés par le tableau (II.9) et la figure (II.2) montrent clairement que la production en eau n'est pas satisfaisante par rapport à la demande de l'agglomération de la commune en question.

Pour satisfaire ces besoins il faut projeter une conduite de Refoulement à partir du barrage Ahmed ben Taiba de Arib vers le Réservoir de stockage.

II.6. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau en annexe .

Remarque :

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

Pour notre cas on choisit la répartition entre 10001 et 50000 habitants pour tous les horizons.

Tableau II.10 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à l'état actuel (2021)

Heures	Consommation horaire		Consommation horaire Cumulée	
	C _h (%)	Q _h (m ³ /h)	C _h cumulée (%)	Q _h cumulée (m ³ /h)
0-1	1.5	60.38	1.5	60.38
1-2	1.5	60.38	3.00	120.76
2-3	1.5	60.38	4.50	181.14
3-4	1.5	60.38	6.00	241.52
4-5	2.5	100.64	8.50	342.16
5-6	3.5	140.89	12.00	483.05
6-7	4.5	181.14	16.50	664.19
7-8	5.5	221.40	22.00	885.59
8-9	6.25	251.59	28.25	1137.18
9-10	6.25	251.59	34.50	1388.76
10-11	6.25	251.59	40.75	1640.35
11-12	6.25	251.59	47.00	1891.94
12-13	5	201.27	52.00	2093.21
13-14	5	201.27	57.00	2294.48
14-15	5.5	221.40	62.50	2515.88
15-16	6	241.52	68.50	2757.40
16-17	6	241.52	74.50	2998.92
17-18	5.5	221.40	80.00	3220.32
18-19	5	201.27	85.00	3421.59
19-20	4.5	181.14	89.50	3602.73
20-21	4	161.02	93.50	3763.75
21-22	3	120.76	96.50	3884.51
22-23	2	80.51	98.50	3965.02
23-24	1.5	60.38	100.00	4025.40
Total	<i>100</i>	<i>4025.4</i>		

D'après le tableau ci-dessus nous avons :

- Un débit maximum horaire $Q_{\max h} = 251.59 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 8h et 12h.
- Un débit minimum horaire $Q_{\min h} = 60.38 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 23h et 4h

Les consommations horaires ainsi que la consommation cumulée sont représentées sur les figures suivantes :

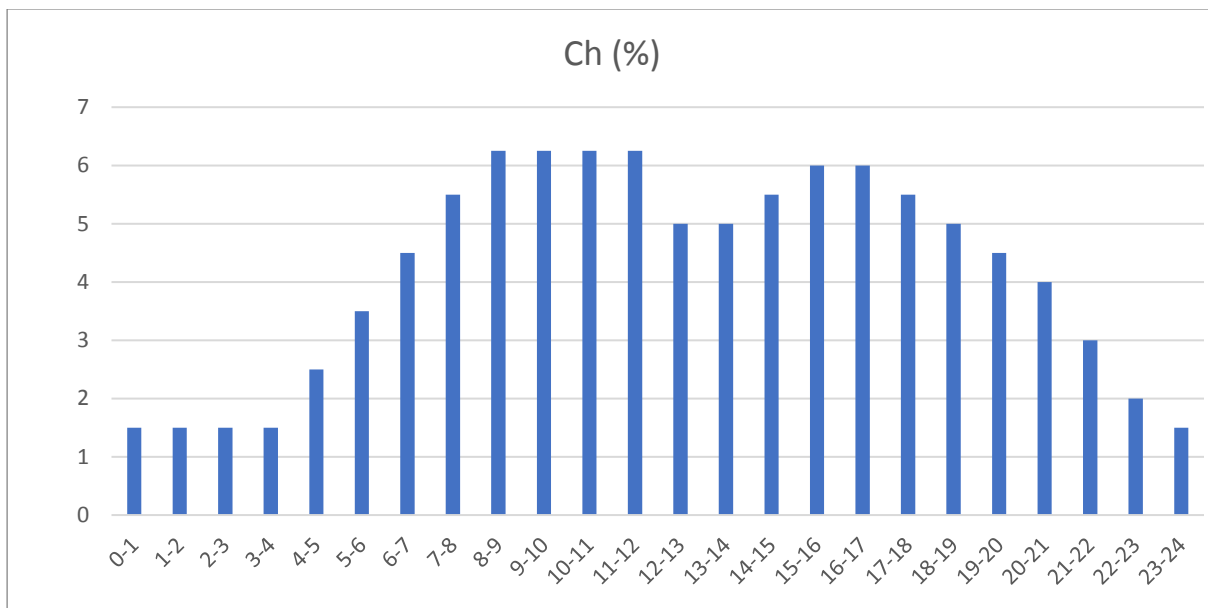


Figure II.3 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à l'état actuel (2021)

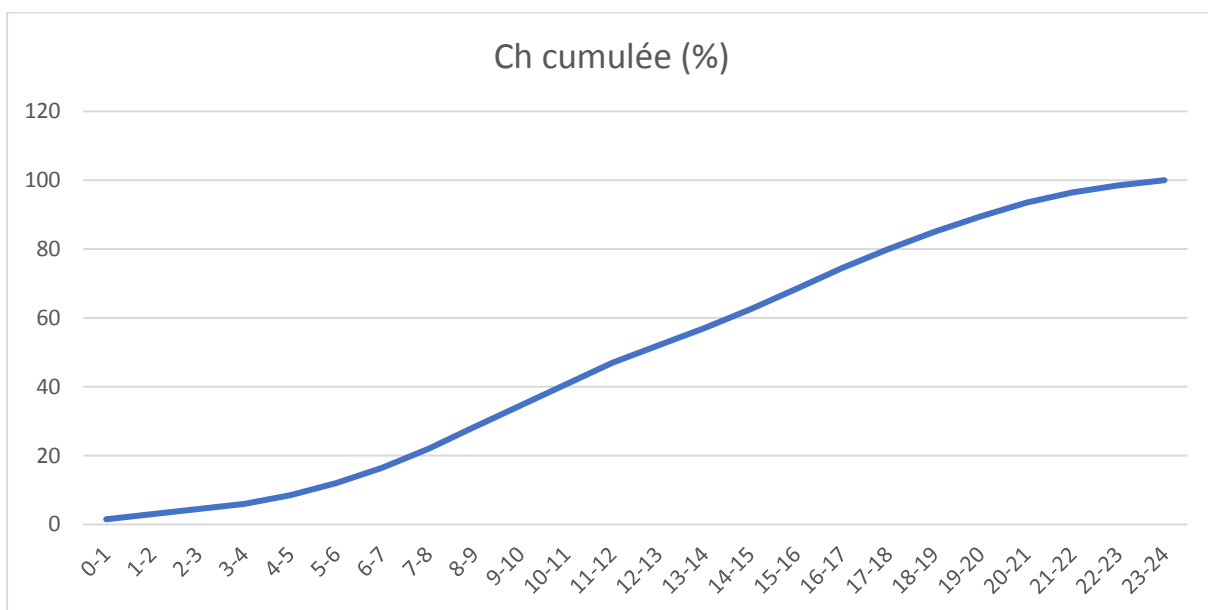


Figure II.4 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à l'état actuel (2021)

Tableau II.11 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)

Heures	Consommation horaire		Consommation horaire Cumulée	
	C _h (%)	Q _h (m ³ /h)	C _h cumulée (%)	Q _h cumulée (m ³ /h)
0-1	1.5	74.42	1.5	74.42
1-2	1.5	74.42	3.00	148.84
2-3	1.5	74.42	4.50	223.25
3-4	1.5	74.42	6.00	297.67
4-5	2.5	124.03	8.50	421.70
5-6	3.5	173.64	12.00	595.34
6-7	4.5	223.25	16.50	818.60
7-8	5.5	272.87	22.00	1091.46
8-9	6.25	310.08	28.25	1401.54
9-10	6.25	310.08	34.50	1711.61
10-11	6.25	310.08	40.75	2021.69
11-12	6.25	310.08	47.00	2331.76
12-13	5	248.06	52.00	2579.82
13-14	5	248.06	57.00	2827.88
14-15	5.5	272.87	62.50	3100.75
15-16	6	297.67	68.50	3398.42
16-17	6	297.67	74.50	3696.09
17-18	5.5	272.87	80.00	3968.96
18-19	5	248.06	85.00	4217.02
19-20	4.5	223.25	89.50	4440.27
20-21	4	198.45	93.50	4638.72
21-22	3	148.84	96.50	4787.56
22-23	2	99.22	98.50	4886.78
23-24	1.5	74.42	100.00	4961.20
Total	<i>100</i>	<i>4961.20</i>		

D'après le tableau ci-dessus nous avons :

- Un débit maximum horaire $Q_{\max h} = 310.08 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 8h et 12h.
- Un débit minimum horaire $Q_{\min h} = 74.42 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 23h et 4h.

Les consommations horaires ainsi que la consommation cumulée sont représentées sur les figures suivantes :

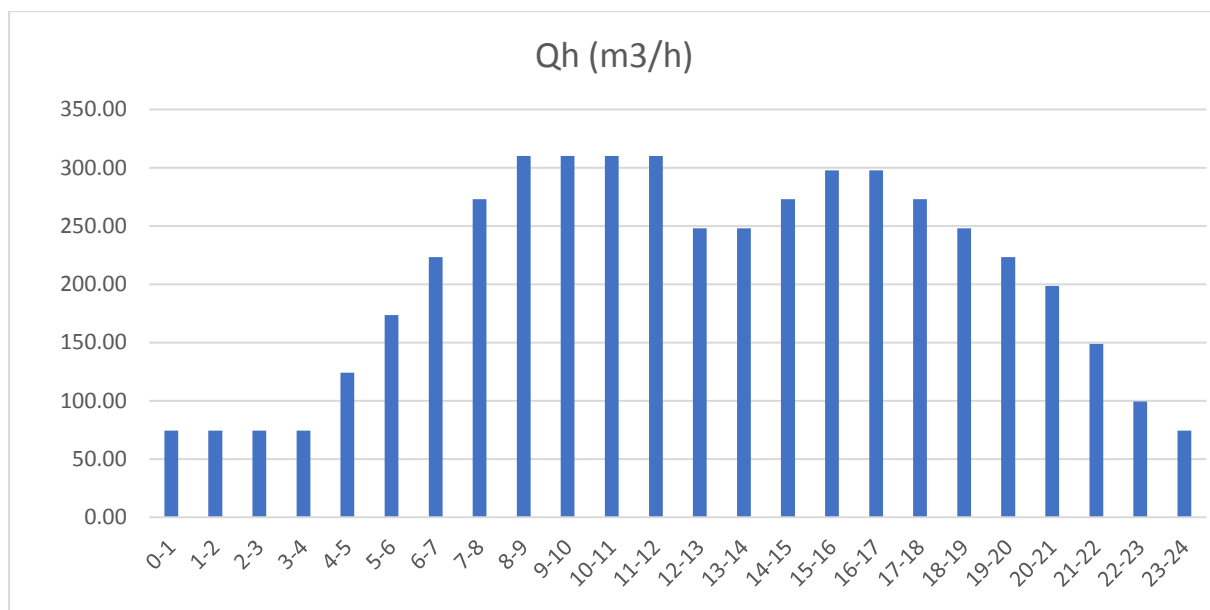


Figure II.5 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)

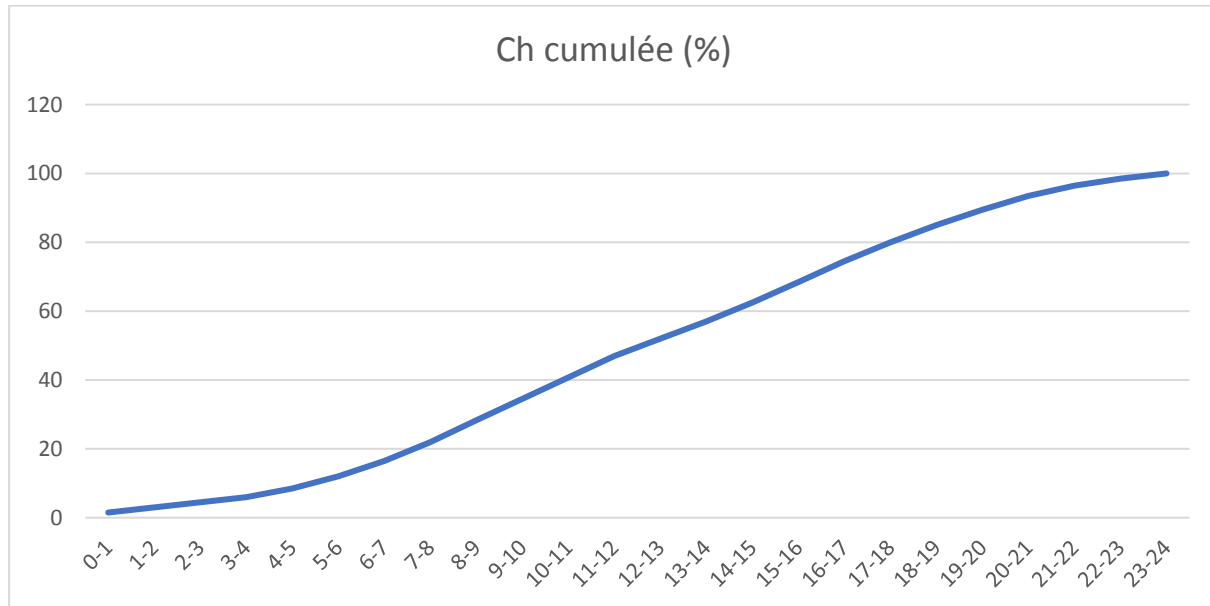


Figure II.6 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à Moyen terme (2036)

Tableau II.12 : Variation des débits horaires de la commune de ARIB à Long terme (2051)

Heures	Consommation horaire		Consommation horaire Cumulée	
	C _h (%)	Q _h (m ³ /h)	C _h cumulée (%)	Q _h cumulée (m ³ /h)
0-1	1.5	140.60	1.5	140.60
1-2	1.5	140.60	3.00	281.20
2-3	1.5	140.60	4.50	421.81
3-4	1.5	140.60	6.00	562.41
4-5	2.5	234.34	8.50	796.75
5-6	3.5	328.07	12.00	1124.82
6-7	4.5	421.81	16.50	1546.63
7-8	5.5	515.54	22.00	2062.17
8-9	6.25	585.84	28.25	2648.01
9-10	6.25	585.84	34.50	3233.85
10-11	6.25	585.84	40.75	3819.70
11-12	6.25	585.84	47.00	4405.54
12-13	5	468.67	52.00	4874.21
13-14	5	468.67	57.00	5342.89
14-15	5.5	515.54	62.50	5858.43
15-16	6	562.41	68.50	6420.84
16-17	6	562.41	74.50	6983.25
17-18	5.5	515.54	80.00	7498.79
18-19	5	468.67	85.00	7967.47
19-20	4.5	421.81	89.50	8389.27
20-21	4	374.94	93.50	8764.21
21-22	3	281.20	96.50	9045.42
22-23	2	187.47	98.50	9232.89
23-24	1.5	140.60	100.00	9373.49
Total	<i>100</i>	<i>9373.49</i>		

D'après le tableau ci-dessus nous avons :

- Un débit maximum horaire $Q_{\max h} = 585.84 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 8h et 12h.
- Un débit minimum horaire $Q_{\min h} = 140.60 \text{ m}^3/\text{h}$ entre 23h et 4h.

Les consommations horaires ainsi que la consommation cumulée sont représentées sur les figures suivantes :

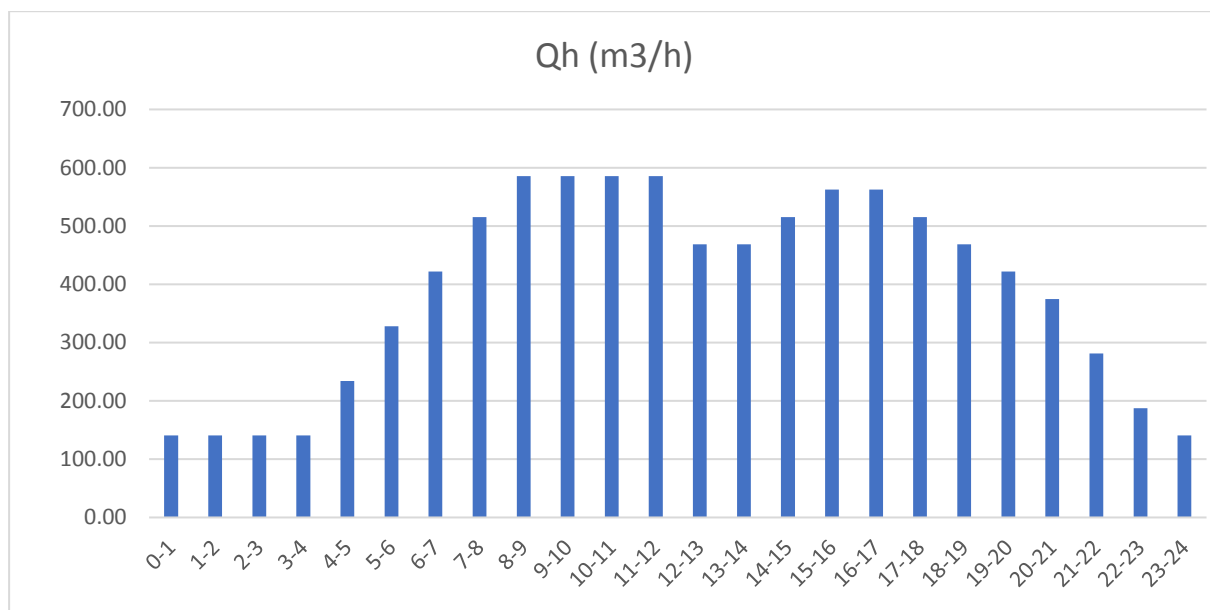


Figure II.7 : Graphique de la consommation de la commune de ARIB à Long terme (2051)

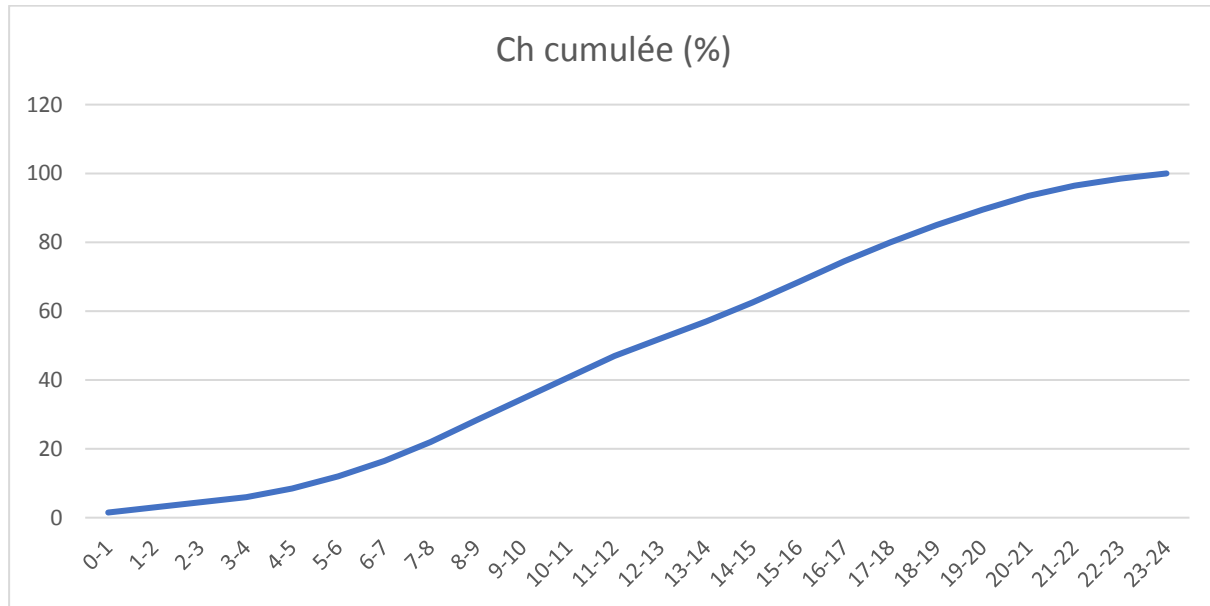


Figure II.8 : Courbe de la consommation cumulée de la commune de ARIB à Long terme (2051)

II.7.Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de déterminer tous les débits journaliers (maximum et minimum) actuel et pour l'horizon d'étude qui sont respectivement 5150.27 m³/j et 8369.19 m³/j, et de tracer les courbes de consommation horaires afin de connaître tous les débits horaires (moyen, maximum et minimum).

Chapitre III :

Diagnostic du réseau d'AEP

Introduction

Ce chapitre consiste à définir les conditions actuelles du débit dans le réseau de distribution d'eau potable de la commune d' Arib en analysant les performances du réseau d'eau existant, et en évaluant l'état physique du réseau pour voir comment il peut gérer la demande croissante en eau potable, notre objectif est de localiser les problèmes du réseau existant s'ils existent, à l'aide de documents fournis par les services techniques pour nous aider à trouver des solutions pour satisfaire les besoins de la population.

III.1.Définition d'un réseau de distribution

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles, cet enchaînement de conduites permet l'arrivée de l'eau vers les consommateurs, et cela à travers des branchements pratiqués sur les conduites de distribution dont les point de jonction entre les conduites s'appellent des nœuds.

III.1.1.Classification des réseaux de distribution

➤ Réseau ramifié

C'est un réseau à structure arborescente : constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (branches) à partir de nœud à charge fixé (réservoir) qui assure la mise en pression.

Ce réseau n'assure aucune distribution de retour, il est économique mais il n'est pas fiable : il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale pour que toute la population d'aval soit privée d'eau. Ce type de réseau il est généralement convenable pour l'agglomération de type rural ou les habitants sont dispersés.

➤ Réseau maillé

Il est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées en suivant son tracé : une telle boucle s'appelle une maille. Il assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon, il est plus coûteux que le réseau ramifier mais plus fiable.il est plus convenable pour l'agglomération de type urbaine.

➤ Réseau étagé

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une commune en eau potable, il arrive que cette commune présente des différences de niveau importantes. La distribution par le réservoir projeté donne des fortes pressions aux points plus bas de réseau. En effet la bonne solution pour ce problème c'est de créer diverses zones indépendantes les unes des autres en ce qui concerne le niveau de la pression. Pour se faire, on installe soit des vannes de réduction de pression, s'il faut réduire la pression (l'eau provenant d'une zone plus élevée), soit des postes de surpression, s'il faut augmenter la pression (l'eau provenant d'une zone plus basse).

- le réseau de distribution actuel est un réseau mixte (maillé + ramifié).

III.2.Objectif de l'étude de diagnostic

L'étude de diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable nous permet de juger l'état physique ainsi que le fonctionnement hydraulique de réseau, il s'agit d'identifier les dysfonctionnements pour nous aider de proposer des solutions, pour cela il faut déterminer les paramètres qui serviront à l'expertise du réseau de la commune de Arib, en effectuant :

- une reconnaissance détaillée des lieux.
- une enquête sur le réseau existant.

III.3.Diagnostic de réseau de distribution

III.3.1.Diagnostic physique

La commune de Arib est dotée d'un système de distribution de type mixte, il s'étend sur 14271.13 m, il est constitué principalement de conduites en PVC qui sont mise en service en 1987 (source : APC), le rendement du réseau existant est de $\eta=0.63$ (d'après les services ADE).

III.3.1.1.Matériau des conduites de réseau existant

La répartition des tronçons par nature du matériau est montrée dans le tableau (III.1):

Tableau III.1 : Répartition des tronçons par nature du matériau

Réseau de Distribution		
Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
Réseau en PVC	10765,13	75,43
Réseau en Acier	3354	23,50
Réseau en PEHD	152	1,07
Total	14271.13	100

Source: DRE

Le schéma ci-après représente la Répartition des conduites de distributions de la commune de Arib selon la nature de matériau :

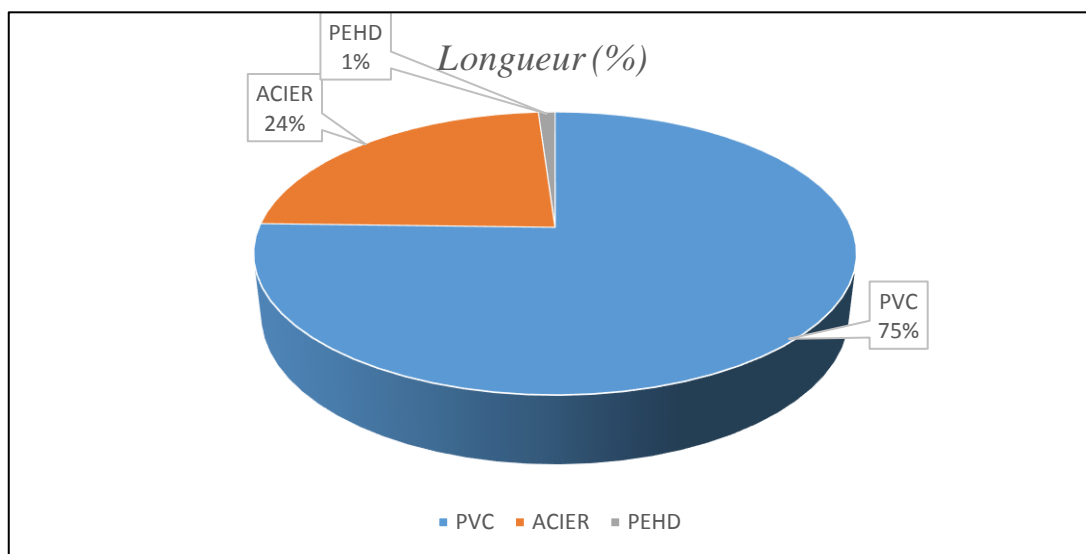


Figure III.1 : Répartition linéaire des conduites de distributions *selon la nature de matériau*

La répartition des tronçons par diamètres des conduites dans le réseau existant est montrée dans le tableau (III.2) :

Tableau III.2 : La répartition des longueurs des tronçons de conduites Aep par diamètres

Diamètre extérieur (mm)	Nombre des tronçons	Longueur totale (m)	Longueur totale (%)
15/21	10	571.87	4.01
20	1	37	0.26
32	2	135	0.95
40	14	1040	7.29
50	8	764	5.35
63	29	2637	18.48
75	6	514	3.60
90	10	1042.26	7.30
100	4	1297	9.09
110	23	2970	20.81
125	11	2365	16.57
200	2	898	6.29
	Total	14271.13	100

Interprétation

- Les tuyaux en PVC représentent la majorité des conduites utilisés dans le réseau de distribution existant (environ 75%), et contrairement aux tuyaux en PEHD, ils sont plus sujets à la cassure par fissuration à cause de la contrainte exercée par les charges externes, cela est dû à leurs propriétés non élastique qui pourraient éventuellement provoquer des fuites s'ils ne sont pas installés correctement.
- Les tuyaux en PEHD sont peu utilisés dans le réseau (environ 1,07%), en termes de performances les tuyaux en PEHD ont des joints plus efficaces par rapport aux tuyaux en PVC c'est pourquoi ils sont moins susceptibles de fuit.
- Environ 82,15% de la longueur totale du réseau existant est constitué des tuyaux d'un diamètre extérieur supérieur à 63 mm dont les DN 110 et 125 mm en représentent près de 37.38%, ce qui pourrait faire chuter la vitesse de l'eau lorsque la demande est faible ce qui affecter la qualité de l'eau (la chloration).

III.3.1.2. Etat physique des conduites

Pour voir l'état des conduites de distribution une opération de sondages de reconnaissances a été fait par les services d'ADE de la commune de Arib le nombre de sondages effectués est de 4, les photographies suivantes dans la figure (III.2) représentent les différentes vues des sondages :

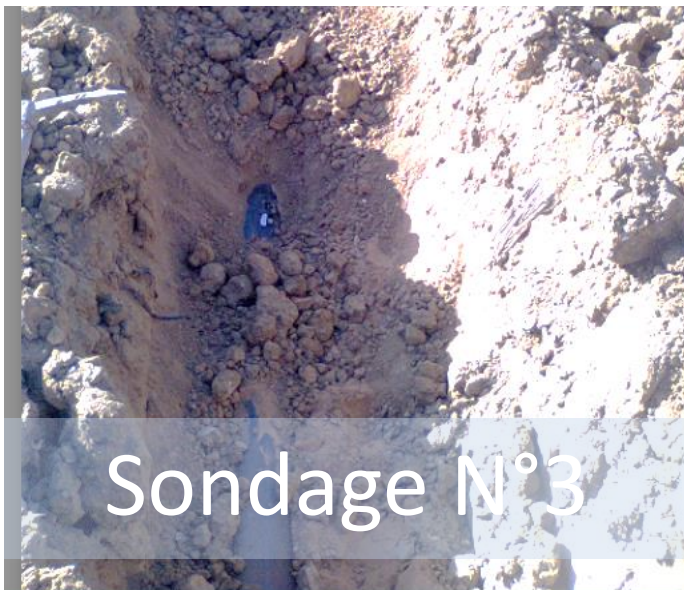
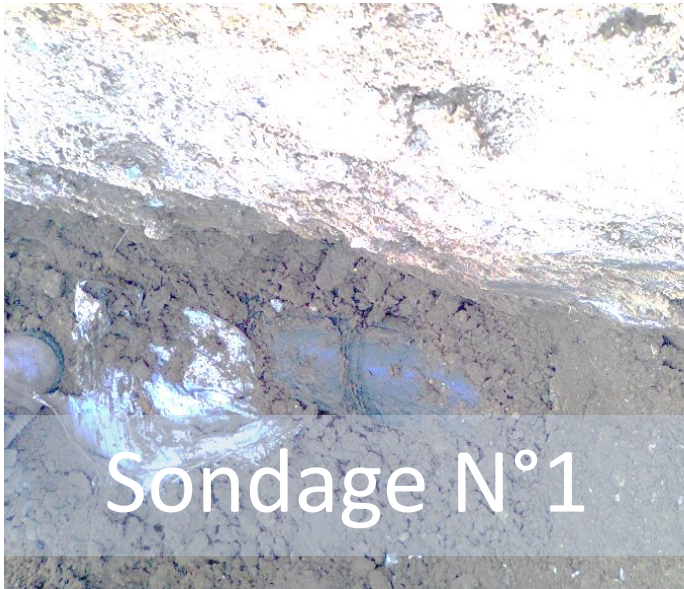


Figure III.2 : l'état physique des conduites de distribution

Les données relatives de chaque sondage sont représentées dans la fiche d'identification des sondages (tableau (III.3) suivante :

Tableau III.3 : Fiche d'identification des sondages

N° de sondage	Profondeur de la fouille (m)	Matériau de la conduite	Diamètre de la conduite (mm)	Condition
S ₁	0,70	PVC PN32	110	Mauvaise état
S ₂	0,60	PEHD PN10	40	Bon état
S ₃	0,80	PEHD PN10	40	Bon état
S ₄	1,00	Acier	200	fuite d'eau à la sortie du Réservoir

Observations

- Une absence totale de grillage avertisseur dans presque tous les sondages.
- Il y a des problèmes de fuite au niveau des joints dans le sondage (S₁).
- Certaines profondeurs de pose sont très petites (S₂ =0.6m) et la plupart sont inférieurs à la norme (généralement 1.2m), ce qui exposera les tuyaux à des dommages dus aux charges extérieures.
- Manque de lit de sable au-dessous des conduits qui montre que les normes de pose des canalisations d'Aep ne sont pas respectées.
- Il y a une utilisation excessive des manchons pour joindre les tuyau PVC et les tuyau PEHD (S₃), ce qui explique les fuites répétées dans le réseau car les joints en manchons ne sont pas efficaces pour deux différents types de conduites.

III.3.1.3. Etat physique des équipements de réseau

Les équipements hydrauliques (compteurs, vannes, clapets et ventouses) sont une partie essentielle du réseau hydraulique, leur rôle est représenté dans la gestion et le contrôle des écoulements dans le réseau, et pour cette raison il est très important de les maintenir en bon état pour que le réseau fonctionne normalement, les images de 1 à 10 dans la figure (III.3) représentent l'état actuel des équipements dans le réseau existant :



Figure III.3 : l'état physique des équipements du réseau

Les observations et les données relatives de chaque photo sont montrées dans le tableau (III.4) :

Tableau III.4 : Description des équipements

N° de photographie	Désignation
P ₁	Deux vannes à tête carrée Ø110 et Ø200 sans regard de protection
P ₂	Vanne Ø200 à volant sans regard de protection
P ₃	Vanne Ø50 à tête carrée sans regard de protection et stagnation des eaux dans cette vanne
P ₄	Chambre des vannes protégées avec une porte métallique ou se trouve l'échelle
P ₅	Réservoir R200 où il y a l'aération mais manque l'étanchéité sur la coupole
P ₆	L'aération du réservoir R500M3 où on remarque l'absence de l'étanchéité
P ₇	1)- regard de vanne en négligence 2)- l'effondrement des terres à cause de l'absence de la conduite
P ₈	État des vannes du R200M3
P ₉	État des conduites du réservoir R200
P ₁₀	État de Conduite d'amené du R200

Observations

1- FORAGE

- Défauts de conception et mauvaise finition des abris de forages.
- Réduction puis élargissement brusque des diamètres.
- Les butées qui supportent les pièces spéciales et les conduites de refoulement sont en chute d'acier et de briques creuses

2- RESERVOIRS DE STOCKAGE

- Présence de microfissures sur les voiles et dalles de couverture.
- Absence de couvertures des chambres des vannes.
- Les vannes utilisées sont si vieilles et semblent être dans un état détérioré.
- Les cuves des réservoirs sont mal entretenues et mal éclairées.
- Les réservoirs ont été réalisés de façon à être collés à la chambre de manœuvre sans joint de dilatation.
- Les ouvrages de stockage (réservoirs et chambres de manœuvre) ne sont pas peints régulièrement.
- Techniquement, tous les réservoirs existants devaient présenter une dalle supérieure sous forme de coupole afin de permettre l'évacuation rapide de la neige et des eaux pluviales, alors que tous les réservoirs ont disposé d'arcs en plein cintre ou des dalles de couverture plates avec une très légère pente sans aucun système d'évacuation des eaux pluviales.
- La vidange des réservoirs est sous dimensionnée.

3- CHAMBRE DE MANŒUVRE

- Il y a une oxydation claire de la surface des tuyaux dans les chambres.
- Le montage des tuyaux aux appareils ne respecte pas les normes.
- Les chambres de manœuvre sont mal conçues, mal entretenues et mal équipées
- Les conduites et les pièces spéciales sont mal positionnées
- Le drainage des eaux est inexistant.
- Le "by-pass" entre l'adduction et la distribution est inexistante.

4- CONDUITES DE DISTRIBUTIONS

- Les conduites sont vétustes et corrodées.
- Réseaux sous dimensionnés dans certains cas et sur dimensionnés dans d'autre cas.
- Branchements défectueux et endommagés, illicites et non conformes.
- Inexistence de butées et de ventouses.
- Manque considérable de vannes de sectionnement.

Recommandation

- Nettoyer les chambres des vannes de tous corps étrangers.
- Rénover et re peindre par la peinture anti-corrosion les vieilles vannes qui montrent une grosse corrosion.
- Remplacer les tuyaux dégradés à l'intérieur des chambres des vannes.
- Installer un couvercle approprié pour les chambres des vannes pour protéger les équipements de la dégradation climatique.

III.3.2.Diagnostic hydraulique

Le but de cette étude est de vérifier les capacités de fonctionnement du réseau de distribution, cette vérification nous éclairera sur les caractéristiques hydrauliques à savoir le Débit, le Diamètre et la vitesse d'écoulement et de déterminer éventuellement les anomalies et le dysfonctionnement du réseau existant soit partiellement ou en totalité. Sur la base du plan du réseau existant, nous allons élaborer une simulation hydraulique à court terme en 2021 (actuel).

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé un logiciel de calcul hydraulique « EPANET ».

III.3.2.1.Calcul hydraulique du réseau

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On détermine le débit spécifique.
- On calcule le débit en route.
- On détermine les débits aux nœuds.

La simulation du fonctionnement du réseau de distribution considère les deux cas de fonctionnement suivants :

- Cas de fonctionnement de débit de point (Q_{pte}).
- Cas de fonctionnement de débit de point plus incendie ($Q_{pte+inc}$).

III.3.2.1.1.Détermination des débits

a) Débit spécifique

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle la répartition des habitants est uniforme sur la longueur du réseau de distribution.

Le débit spécifique se calcule comme suite par la relation (III.1) :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_i} \dots \dots \dots \text{(III.1)}$$

Avec :

q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml).

$\sum L_i$: somme des longueurs des tronçons du réseau (m)

Q_r : débit en route total avec ($Q_r = Q_{maxh} - \sum Q_{conc}$).

$\sum Q_{conc}$: la Somme des débits concentrés (l).

b) Débit en route

Le débit en route pour chaque tronçon est calculé par la formule (III.2) :

$$Q_r = q_{sp} * L_i \dots\dots\dots (III.2)$$

Avec:

Q_r : débit en route total (l/s).

q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml).

L_i : la longueur du tronçon (m).

c) Débits aux nœuds

Les débits correspondant en chaque nœud seront calculés par la formule (III.3) :

$$Q_{ni} = 0.5 * \sum Q_{ri} + Q_{conc} \dots\dots\dots (III.3)$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

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

$\sum Q_{ri}$: Somme de débits en route des tronçons reliant au nœud (l/s).

III.3.2.1.2. Calcul des débits

a) Cas de pointe

Le pointe de la consommation comme le montre le graphe de consommation dans le chapitre II s'est effectué entre 12h et 14h :

$$Q_{pte} = 251.59 (m^3/h) = 69.89 (l/s)$$

La longueur totale de réseau :

$$\sum L_i = 14305.33(m)$$

Le débit spécifique :

$$q_{sp} = \frac{69.89}{14305.33} = 0.004885(l/s / ml)$$

Les résultats relatifs aux calculs des débit en route et aux nœuds pour le cas de pointe sont récapitulés dans le tableau (III.5):

Tableau III.5: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant)

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
1	1 - 2	34.20	0.167077	0.08
2	2 - 1	34.20	0.167077	0.48
	2 - 3	12.68	0.061946	
	2 - 5	149.14	0.728594	
3	3 - 2	12.68	0.061946	0.84
	3 - 4	19.34	0.094482	
	3 - 11	83.98	0.410267	
	3 - 20	227.26	1.110233	
4	4 - 3	19.34	0.094482	0.09
	4 - 6	15.90	0.077676	
5	5-2	149.14	0.728594	0.36
6	6 - 4	15.90	0.077676	1.38
	6 - 7	242.32	1.183806	
	6 - 10	305.59	1.492899	
7	7 - 6	242.32	1.183806	0.98
	7 - 8	94.36	0.460977	
	7 - 9	64.86	0.316861	
8	8 - 7	94.36	0.460977	0.23
9	9 - 7	64.86	0.316861	0.16
10	10 - 6	305.59	1.492899	0.75
11	11 - 3	83.98	0.410267	0.61
	11 - 19	29.81	0.145631	
	11-12	137.57	0.672071	
12	12 - 11	137.57	0.672071	0.42
	12 - 13	34.22	0.167175	
13	13 - 12	34.22	0.167175	0.57
	13-14	29.10	0.142162	
	13 - 18	169.53	0.828205	
14	14 - 13	29.10	0.142162	0.57
	14-15	33.47	0.163511	
	14-17	170.37	0.832309	
15	15 - 14	33.47	0.163511	0.50
	15-16	172.51	0.842763	
16	16 - 15	172.51	0.842763	0.50
	16-17	33.77	0.164977	
17	17 - 14	170.37	0.832309	0.57
	17 - 16	33.77	0.164977	
	17-18	30.11	0.147096	
18	18 - 13	169.53	0.828205	0.57
	18 - 17	30.11	0.147096	
	18-19	34.01	0.166149	

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
77	77-76	60.49	0.295512	0.15
78	78-76	38.21	0.186667	0.37
	78-79	72.77	0.355503	
	78-80	38.64	0.188768	
79	79-78	72.77	0.355503	0.18
80	80-78	38.64	0.188768	0.44
	80-81	27.78	0.135714	
	80-82	72.32	0.353305	
	80-83	41.00	0.200297	
81	81-80	27.78	0.135714	0.07
82	82-80	72.32	0.353305	0.18
83	83-80	41.00	0.200297	0.57
	83-84	26.30	0.128483	
	83-85	76.66	0.374507	
	83-121'	91.02	0.444660	
84	84-83	26.30	0.128483	0.06
85	85-83	76.66	0.374507	0.19
86	86-121'	99.28	0.485013	0.24
87	87-53	315.27	1.540189	2.41
	87-88	52.52	0.256576	
	87-120	409.85	2.002240	
	87-92	209.00	1.021028	
88	88-87	52.52	0.256576	0.48
	88-89	39.16	0.191308	
	88-90	105.55	0.515643	
89	89-88	39.16	0.191308	0.18
	89-91	36.21	0.176897	
90	90-88	105.55	0.515643	0.26
91	91-89	36.21	0.176897	0.09
92	92-87	209.00	1.021028	0.51
93	93-51	401.03	1.959152	1.59
	93-94	50.72	0.247782	
	93-109	198.23	0.968413	
94	94-93	50.72	0.247782	0.48
	94-95	46.84	0.228827	
	94-96	97.39	0.475779	
95	95-94	46.84	0.228827	0.11
96	96-94	97.39	0.475779	0.70
	96-97	45.19	0.220767	
	96-108	145.67	0.711642	
97	97-96	45.19	0.220767	0.28

Tableau III.6: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant) (Suite)

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
19	19 - 11	29.81	0.145631	0.16
	19 - 18	34.01	0.166149	
20	20 - 3	227.26	1.110233	0.77
	20 - 21	33.19	0.162143	
	20 - 22	52.79	0.257895	
21	21 - 20	33.19	0.162143	0.08
22	22 - 20	52.79	0.257895	0.71
	22-23	42.31	0.206697	
	22 - 24	197.08	0.962795	
23	23 - 22	42.31	0.206697	0.10
24	24 - 22	197.08	0.962795	0.61
	24 - 25	22.85	0.111629	
	24-26	30.98	0.151347	
25	25 - 24	22.85	0.111629	0.06
26	26-24	30.98	0.151347	0.21
	26-27	19.89	0.097169	
	26-30	36.10	0.176359	
27	27-26	19.89	0.097169	0.14
	27-28	23.13	0.112997	
	27-42	13.04	0.063704	
28	28-27	23.13	0.112997	0.24
	28-28"	45.79	0.223698	
	28-29	28.06	0.137082	
28"	28"-28	45.79	0.223698	0.11
29	29-28	28.06	0.137082	0.07
30	30-26	36.10	0.176359	0.20
	30-31	25.03	0.122279	
	30-32	19.55	0.095508	
31	31-30	25.03	0.122279	0.06
32	32-30	19.55	0.095508	0.14
	32-33	24.38	0.119104	
	32-34	15.35	0.074989	
33	33-32	24.38	0.119104	0.06
34	34-32	15.35	0.074989	0.15
	34-35	22.10	0.107965	
	34-36	24.79	0.121107	
35	35-34	22.10	0.107965	0.05
36	36-34	24.79	0.121107	0.17
	36-37	23.49	0.114756	
	36-38	20.28	0.099074	
37	37-36	23.49	0.114756	0.06
38	38-36	20.28	0.099074	0.17

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	97-98	57.31	0.279977	
	97-99	11.32	0.055302	
98	98-97	57.31	0.279977	0.14
99	99-97	11.32	0.055302	0.64
	99-100	77.19	0.377096	
	99-101	172.24	0.841444	
100	100-99	77.19	0.377096	0.19
101	101-99	172.24	0.841444	0.68
	101-102	29.52	0.144214	
	101-105	74.85	0.365665	
102	102-101	29.52	0.144214	0.27
	102-103	42.85	0.209335	
	102-104	37.79	0.184615	
103	103-102	42.85	0.209335	0.10
104	104-102	37.79	0.184615	0.09
105	105-101	74.85	0.365665	0.50
	105-106	47.78	0.233420	
	105-107	81.58	0.398543	
106	106-105	47.78	0.233420	0.12
108	108-96	145.67	0.711642	0.36
107	107-105	81.58	0.398543	0.20
109	109-93	198.23	0.968413	0.81
	109-110	37.68	0.184078	
	109-115	94.57	0.462003	
110	110-109	37.68	0.184078	0.24
	110-111	8.42	0.041134	
	110-112	51.04	0.249346	
111	111-110	8.42	0.041134	0.79
	111-113	62.37	0.304696	
	111-114	251.96	1.230900	
112	112-110	51.04	0.249346	0.12
113	113-111	62.37	0.304696	0.15
114	114-111	251.96	1.230900	0.62
115	115-109	94.57	0.462003	0.87
	115-116	92.34	0.451109	
	115-117	170.70	0.833921	
116	116-115	92.34	0.451109	0.23
117	117-115	170.70	0.833921	0.61
	117-118	39.09	0.190966	
	117-119	41.07	0.200639	
118	118-117	39.09	0.190966	0.10
119	119-117	41.07	0.200639	0.10

Tableau III.7: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant) (Suite)

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	38-39	22.97	0.112215	
	38-40	28.27	0.138107	
39	39-38	22.97	0.112215	0.06
40	40-38	28.27	0.138107	0.20
	40-41	54.45	0.266005	
41	41-40	54.45	0.266005	0.13
42	42-27	13.04	0.063704	0.49
	42-43	62.75	0.306553	
	42-54	124.31	0.607292	
43	43-42	62.75	0.306553	0.77
	43-44	254.37	1.242674	
44	44-43	254.37	1.242674	0.75
	44-45	26.31	0.128532	
	44-51	25.66	0.125357	
45	45-44	26.31	0.128532	0.25
	45-46	19.66	0.096045	
	45-48	58.28	0.284715	
46	46-45	19.66	0.096045	0.26
	46-49	56.26	0.274847	
	46-47	32.55	0.159017	
47	47-46	32.55	0.159017	0.28
	47-50	81.61	0.398689	
48	48-45	58.28	0.284715	0.14
49	49-46	56.26	0.274847	0.14
50	50-47	81.61	0.398689	0.20
51	51-44	25.66	0.125357	1.16
	51-52	48.69	0.237865	
	51-93	401.03	1.959152	
52	52-51	48.69	0.237865	1.22
	52-53	56.92	0.278071	
	52-52"	391.98	1.914940	
52"	52"-52	391.98	1.914940	0.96
53	53-52	56.92	0.278071	0.91
	53-87	315.27	1.540189	
54	54-42	124.31	0.607292	0.67
	54-55	46.66	0.227948	
	54-62	103.33	0.504798	
55	55-54	46.66	0.227948	0.34
	55-56	68.50	0.334643	
	55-57	23.41	0.114365	
56	56-55	68.50	0.334643	0.17
57	57-55	23.41	0.114365	0.31

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
120	120-87	409.85	2.002240	1.00
121'	121'-83	91.02	0.444660	0.51
	121'-86	99.28	0.485013	
	121'-121"	20.30	0.099172	
121"	121"-121	108.59	0.530495	0.57
	121"-121'	20.30	0.099172	
	121"-123	103.44	0.505335	
121	121-121"	108.59	0.530495	2.16
	121-122	347.09	1.695639	
	121-126	265.15	1.295337	
	121-127	163.92	0.800798	
122	122-121	347.09	1.695639	0.85
123	123-124	25.85	0.126285	0.45
	123-125	54.19	0.264734	
	123-121"	103.44	0.505335	
124	124-123	25.85	0.126285	0.06
125	125-123	54.19	0.264734	0.13
126	126-121	265.15	1.295337	0.65
127	127-121	163.92	0.800798	0.88
	127-128	94.00	0.459218	
	127-129	101.59	0.496298	
128	128-127	94.00	0.459218	0.23
129	129-127	101.59	0.496298	0.72
	129-130	41.43	0.202398	
	129-140	150.28	0.734163	
130	130-129	41.43	0.202398	0.56
	130-139	145.54	0.711007	
	130-131	43.08	0.210459	
131	131-130	43.08	0.210459	0.56
	131-132	41.76	0.204010	
	131-138	142.83	0.697767	
132	132-131	41.76	0.204010	0.31
	132-133	85.89	0.419598	
133	133-132	85.89	0.419598	0.38
	133-134	43.78	0.213878	
	133-135	27.89	0.136251	
134	134-133	43.78	0.213878	0.11
135	135-133	27.89	0.136251	0.40
	135-136	54.55	0.266493	
	135-137	81.16	0.396491	
136	136-135	54.55	0.266493	0.13
137	137-135	81.16	0.396491	0.20

Tableau III.8: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant) (Suite)

Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)	Nœud	Trancons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)			
	57-58	61.75	0.301667		138	138-131	142.83	0.697767	0.35			
	57-59	41.03	0.200444		139	139-130	145.54	0.711007	0.36			
58	58-57	61.75	0.301667	0.15	140	140-129	150.28	0.734163	0.77			
59	59-57	41.03	0.200444	0.34		140-141	44.72	0.218471				
	59-60	58.55	0.286034			140-144	121.43	0.593222				
	59-61	38.39	0.187547									
60	60-59	58.55	0.286034	0.14	141	141-140	44.72	0.218471	0.37			
61	61-59	38.39	0.187547	0.09		141-142	47.58	0.232443				
62	62-54	103.33	0.504798	2.07		141-145	60.18	0.293997				
	62-63	192.72	0.941495		142	142-141	47.58	0.232443	0.46			
	62-64	400.48	1.956465			142-143	27.23	0.133027				
	62-65	151.57	0.740465			142-146	114.99	0.561761				
63	63-62	192.72	0.941495	0.47	143	143-142	27.23	0.133027	1.34			
64	64-62	400.48	1.956465	0.98		143-147	100.49	0.490924				
65	65-62	151.57	0.740465	1.03		143-148	422.88	2.065896				
	65-66	44.65	0.218129		144	144-140	121.43	0.593222	0.30			
	65-74	223.54	1.092060		145	145-141	60.18	0.293997	0.15			
66	66-65	44.65	0.218129	0.44	146	146-142	114.99	0.561761	0.28			
	66-67	96.15	0.469722		147	147-143	100.49	0.490924	0.25			
	66-68	38.26	0.186912		148	148-143	422.88	2.065896	1.16			
67	67-66	96.15	0.469722	0.23		148-149	22.19	0.108405				
68	68-66	38.26	0.186912	0.41		148-155	31.19	0.152373				
	68-69	89.28	0.436160		149	149-148	22.19	0.108405	0.39			
	68-70	38.49	0.188035			149-150	62.72	0.306406				
69	69-68	89.28	0.436160	0.22		149-154	73.13	0.357262				
70	70-68	38.49	0.188035	0.37	150	150-149	62.72	0.306406	0.41			
	70-71	73.96	0.361317			150-151	37.94	0.185348				
	70-72	38.02	0.185739			150-153	67.45	0.329513				
71	71-70	73.96	0.361317	0.18	151	151-150	37.94	0.185348	0.69			
72	72-70	38.02	0.185739	0.22		151-152	209.13	1.021663				
	72-73	53.09	0.259361			151-158	35.69	0.174356				
73	73-72	53.09	0.259361	0.13	152	152-151	209.13	1.021663	0.51			
74	74-65	223.54	1.092060	0.78	153	153-150	67.45	0.329513	0.16			
	74-75	54.92	0.268301		154	154-149	73.13	0.357262	0.18			
	74-76	40.32	0.196975		155	155-148	31.19	0.152373	0.66			
75	75-74	54.92	0.268301	0.13		155-156	109.04	0.532693				
76	76-74	40.32	0.196975	0.34		155-157	129.88	0.634503				
	76-77	60.49	0.295512		156	156-155	109.04	0.532693	0.27			
	76-78	38.21	0.186667		157	157-155	129.88	0.634503	0.32			
								158	158-151	35.69	0.174356	0.09
								Total	69.89			

b) Cas de pointe + incendie

Dans ce cas le calcul des débits se fait de la même manière que pour le cas de pointe seulement on suppose que le débit d'incendie donné par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud **N156** avec une cote de terrain de 90.9 m donc la demande au niveau des nœuds reste inchangée sauf au nœud **N156** qui devient **17.27 l/s**.

III.3.2.1.3.Simulation hydraulique**a) Cas de pointe**

Les cotes piézométriques et les pressions aux nœuds sont données par le tableau (III.9) après la simulation par le logiciel Epanet :

Tableau III.9 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)	Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
11	144.88	0.62	1.13	60	119.54	0.14	21.01
12	148.40	0.42	-2.5	61	116.76	0.09	23.78
13	147.81	0.57	-1.92	62	116.65	2.08	23.77
14	147.44	0.57	-1.61	63	117.82	0.47	22.59
15	146.42	0.5	-0.59	65	113.94	1.03	25.95
19	141.02	0.16	4.93	74	106.30	0.78	27.69
18	140.37	0.57	5.52	75	109.38	0.13	24.61
17	138.31	0.57	7.54	76	105.90	0.34	27.1
16	136.34	0.51	9.5	77	110.05	0.15	22.94
3	147.00	0.84	-0.48	78	105.40	0.37	26.7
52	119.56	1.22	19.42	79	110.21	0.18	21.88
51	122.86	1.16	15.98	80	103.75	0.44	27.48
44	123.04	0.75	15.92	81	103.08	0.07	28.06
45	123.83	0.26	15.04	82	109.01	0.18	22.22
46	123.78	0.27	15.04	83	102.92	0.58	27.45
47	120.57	0.28	18.24	85	107.00	0.19	23.36
50	117.88	0.2	20.91	84	102.42	0.06	27.88
49	121.28	0.14	17.54	72	109.28	0.22	30.59
48	121.00	0.14	17.85	73	108.62	0.13	31.24
43	122.68	0.78	18.23	70	110.51	0.37	29.35
42	121.92	0.49	19.55	71	110.29	0.18	29.56
93	115.60	1.59	20.86	68	111.04	0.41	28.83
94	114.18	0.48	22.2	69	111.03	0.22	28.82
95	110.40	0.11	25.62	66	112.08	0.44	27.8
96	110.82	0.71	25.44	67	110.80	0.24	29.06
97	110.80	0.28	25.41	89	108.47	0.18	29.32
98	110.33	0.14	25.79	91	108.00	0.09	29.74
99	110.42	0.64	25.78	121	100.26	2.17	24.39
100	109.77	0.19	26.21	121--	101.61	0.57	26.3
101	115.41	0.68	20.7	123	101.26	0.45	25.72
102	114.45	0.27	21.66	124	101.13	0.06	25.85

Tableau III.10 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe)(suite)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)	Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
103	111.83	0.1	24	125	100.99	0.13	25.97
104	113.92	0.09	21.98	126	103.73	0.65	20.65
108	108.38	0.36	27.87	127	98.01	0.88	23.45
105	118.11	0.5	17.99	128	96.92	0.23	24.51
106	116.26	0.12	19.4	129	96.68	0.72	23.09
107	115.47	0.2	20.63	130	96.16	0.56	23.55
53	115.88	0.91	22.88	139	94.06	0.36	25.6
87	113.04	2.42	24.81	131	95.70	0.56	23.98
88	111.67	0.48	26.13	138	93.48	0.35	26.15
90	110.26	0.26	27.53	132	95.18	0.31	24.48
92	108.34	0.51	29.51	133	93.71	0.39	25.68
52--	111.58	0.96	27.31	134	93.63	0.11	25.74
109	106.72	0.81	29.54	135	93.41	0.4	25.94
117	106.44	0.61	29.48	136	93.50	0.13	25.27
119	105.95	0.1	29.96	140	94.82	0.77	23.72
118	106.68	0.1	29.23	141	95.28	0.37	22.96
110	104.81	0.24	31.42	145	94.48	0.15	23.77
112	104.70	0.12	31.53	142	95.81	0.46	22.16
111	105.00	0	31.22	146	94.24	0.28	23.73
113	103.78	0.15	32.44	143	96.20	1.35	21.64
115	109.00	0.88	27.03	147	94.68	0.25	23.16
116	107.86	0.23	28.17	144	92.76	0.3	25.77
20	133.50	0.77	10.8	148	91.82	1.17	24.87
21	136.84	0.08	7.46	155	91.36	0.66	25.3
22	132.00	0.72	11.81	156	90.38	0.27	26.22
23	130.00	0.1	13.81	149	92.32	0.39	24.32
24	123.50	0.61	18.52	154	91.16	0.18	25.46
25	115.30	0.06	26.72	150	93.07	0.41	23.49
26	122.69	0.21	19.05	153	91.88	0.17	24.67
30	123.55	0.2	18.03	151	93.51	0.69	23.03
31	122.53	0.06	19.05	152	90.61	0.51	25.9
32	123.91	0.15	17.61	158	94.10	0.09	22.44
34	124.25	0.15	17.23	4	147.00	0.09	-9.9
35	123.41	0.05	18.07	6	144.00	1.38	-10.28
36	125.93	0.17	15.52	7	148.12	0.98	-23.19
37	124.57	0.06	16.87	8	147.37	0.23	-22.64
38	126.11	0.18	15.32	9	142.37	0.16	-17.53
39	125.00	0.06	16.42	10	136.00	0.75	-5.91
40	125.90	0.2	15.52	2	149.00	0.4	-0.31
41	125.79	0.13	15.61	64	116.33	0.98	24
27	122.29	0.14	19.29	5	148.66	0.37	-0.67
28	122.14	0.24	19.41	33	122.77	0.06	18.74

Tableau III.11 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe)(suite)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
28--	122.92	0.11	18.63
29	120.77	0.07	20.77
54	118.25	0.67	22.62
55	119.71	0.34	20.92
56	119.42	0.17	21.21
57	120.14	0.31	20.44
58	120.10	0.15	20.48
59	119.42	0.34	21.12

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
120	99.07	1	38.38
114	96.61	0.62	37.5
122	99.07	0.85	-94.54
121-	102.10	0.52	26.49
86	105.60	0.24	22.98
137	92.96	0.2	24.46
157	90.53	0.32	26.03
Resvr R1	149.10		

Les vitesses et les pertes de charges dans le réseau de distribution existant (cas de pointe) sont données dans le tableau (III.12) :

Tableau III.12 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
11-12	Acier	137,6	90	1,44	0,23	0.76
12-13	Acier	34,22	90	1,02	0,16	0.40
13-14	Acier	29,1	40	0,28	0,22	1.94
14-15	Acier	33,47	90	0,18	0,03	0.02
11-19	Acier	29,81	90	2,43	0,38	2.03
19-18	Acier	34,01	90	2,27	0,36	1.79
18-13	Acier	169,5	90	-0,17	0,03	0.01
18-17	Acier	30,11	90	1,87	0,29	1.24
17-16	Acier	33,77	90	0,83	0,13	0.27
16-15	Acier	172,5	90	0,32	0,05	0.05
14-17	Acier	170,4	90	-0,47	0,07	0.10
3-52	PVC	818,2	125	13,08	1,07	9.21
52-51	PEHD	48,7	110	5,05	0,53	2.95
51-44	PVC	25,66	110	-6,43	0,68	4.61
44-45	PVC	26,31	63	1,29	0,41	3.55
45-46	PVC	19,66	63	0,89	0,29	1.79
46-47	PVC	32,55	63	0,48	0,15	0.57
47-50	Acier	81,61	63	0,2	0,06	0.11
46-49	PVC	56,26	63	0,14	0,04	0.06
45-48	PVC	58,28	63	0,14	0,04	0.06
44-43	PVC	254,4	110	-8,47	0,89	7.67
43- 42	PVC	62,74	110	-9,25	0,97	9.03
93-94	PVC	50,72	125	4,87	0,4	1.48
94-95	PVC	46,84	21	0,11	0,32	7.84
94-96	PVC	97,39	125	4,28	0,35	1.16
96-97	PVC	45,2	110	3,21	0,34	1.27
97-98	PVC	57,31	32	0,14	0,17	1.58

Tableau III.13 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe) (suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e./km)
97-99	PVC	11,32	110	2,79	0,29	0.98
99-100	PVC	77,2	32	0,19	0,24	2.77
101-102	PVC	29,52	110	0,46	0,05	0.03
102-103	PVC	42,85	21	0,1	0,29	6.57
104-102	PVC	37,79	21	-0,09	0,26	5.41
96-108	PVC	145,7	75	0,36	0,08	0.14
105-106	PVC	47,78	21	0,12	0,35	9.22
105-107	PVC	81,58	63	0,2	0,06	0.11
52-53	PVC	56,92	110	5,85	0,62	3.87
53-87	PVC	321,5	110	4,94	0,52	2.83
88-90	PVC	105,6	75	0,26	0,06	0.08
87-92	PVC	209	110	0,51	0,05	0.04
52-52"	PVC	392	100	0,96	0,12	0.22
93-109	PVC	198,2	125	3,86	0,31	0.96
117-119	Acier	41,07	50	0,1	0,05	0.10
117-118	Acier	39,1	50	0,1	0,05	0.10
111-113	PVC	62,37	63	0,15	0,05	0.07
115-116	PVC	92,34	90	0,23	0,04	0.03
3-20	Acier	227,2	200	46,4	1,48	9.74
20-21	PVC	33,2	63	0,08	0,03	0.02
20-22	Acier	52,79	200	45,55	1,45	9.41
22-23	Acier	42,31	63	0,1	0,03	0.03
22-24	Acier	197,1	200	44,73	1,42	9.10
24-25	PVC	22,85	75	0,06	0,01	0.01
24-26	Acier	30,98	200	44,06	1,4	8.85
26-30	PVC	36,1	63	1,47	0,47	4.53
30-31	PVC	25,03	40	0,06	0,05	0.11
32-34	PVC	15,35	63	1	0,32	2.22
34-35	PVC	22,1	40	0,05	0,04	0.08
34-36	PVC	24,8	63	0,8	0,26	1.47
36-37	PVC	23,49	40	0,06	0,05	0.11
36-38	PVC	20,28	63	0,57	0,18	0.78
38-39	PVC	22,97	40	0,06	0,05	0.11
38-40	PVC	28,27	63	0,33	0,11	0.28
40-41	PVC	54,45	40	0,13	0,1	0.46
26-27	Acier	19,9	200	42,38	1,35	8.23
27-28	Acier	23,14	50	0,42	0,21	1.37
28-28"	Acier	45,79	50	0,11	0,06	0.11
54-55	Acier	46,66	63	1,54	0,49	4.93
55-56	Acier	68,5	63	0,17	0,05	0.08
55-57	Acier	23,41	63	1,03	0,33	2.34
57-58	Acier	61,75	63	0,15	0,05	0.07
57-59	Acier	41,03	63	0,57	0,18	0.78

Tableau III.14 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e./km)
59-60	Acier	58,55	63	0,14	0,04	0.06
59-61	Acier	38,39	63	0,09	0,03	0.03
54-62	Acier	103,3	200	29,87	0,95	4.31
62-63	Acier	192,7	100	0,47	0,06	0.06
62-65	Acier	155	200	26,34	0,84	3.41
74-75	PVC	54,92	63	0,13	0,04	0.05
74-76	PVC	40,32	125	22,19	1,81	24.52
76-77	PVC	60,5	63	0,15	0,05	0.07
76-78	PVC	38,21	125	21,7	1,77	23.52
78-79	PVC	72,77	63	0,18	0,06	0.09
78-80	PVC	38,64	125	21,15	1,72	22.43
80-81	PVC	27,78	21	0,07	0,2	3.40
80-82	PVC	72,32	63	0,18	0,06	0.09
83-85	PVC	76,66	63	0,19	0,06	0.10
83-84	PVC	26,3	21	0,06	0,17	2.55
72-73	PVC	53,09	63	0,13	0,04	0.05
72-70	PVC	38,02	125	-0,35	0,03	0.01
70-71	PVC	73,96	63	0,18	0,06	0.09
70-68	PVC	38,49	125	-0,9	0,07	0.06
68-69	PVC	89,28	63	0,22	0,07	0.13
66-67	PVC	96,15	63	0,24	0,08	0.16
88-89	PVC	39,16	63	0,27	0,09	0.20
89-91	PVC	36,21	27	0,09	0,16	1.59
121-121"	PVC	108,6	110	-17,66	1,86	29.94
121"-123	PVC	103,4	40	0,64	0,51	8.87
123-124	PVC	25,85	40	0,06	0,05	0.11
123-125	PVC	54,19	40	0,13	0,1	0.46
121-126	PVC	265,1	63	0,65	0,21	1.00
121-127	PVC	163,9	110	13,99	1,47	19.45
127-128	PVC	94,01	50	0,23	0,12	0.45
129-130	PVC	41,43	110	3,37	0,35	1.39
130-139	PVC	145,5	63	0,36	0,12	0.33
130-131	PVC	43,08	110	2,45	0,26	0.77
131-138	PVC	142,8	63	0,35	0,11	0.32
131-132	PVC	41,76	110	1,54	0,16	0.33
132-133	PVC	85,89	63	1,23	0,39	3.25
133-134	PVC	43,78	40	0,11	0,09	0.34
133-135	PVC	27,9	63	0,73	0,23	1.24
135-136	PVC	54,55	21	0,13	0,38	10.69
129-140	PVC	150,3	110	8,79	0,92	8.22
140-141	PVC	44,72	110	7,72	0,81	6.47
141-145	PVC	60,18	110	0,15	0,02	0.00
141-142	PVC	47,58	110	7,2	0,76	5.68

Tableau III.15 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e./km)
142-146	PVC	115	110	0,28	0,03	0.01
142-143	PVC	27,23	110	6,46	0,68	4.65
143-147	PVC	100,5	110	0,25	0,03	0.01
140-144	PVC	121,4	110	0,3	0,03	0.02
148-155	PVC	31,19	90	1,25	0,2	0.59
155-156	PVC	109	50	0,27	0,14	0.60
148-149	PVC	22,19	90	2,44	0,38	2.04
149-154	PVC	73,13	50	0,18	0,09	0.29
149-150	PVC	62,72	90	1,87	0,29	1.24
150-153	PVC	67,45	50	0,17	0,09	0.26
150-151	PVC	37,94	90	1,29	0,2	0.63
151-152	PVC	209,1	90	0,51	0,08	0.11
151-158	PVC	35,7	110	0,09	0,01	0.00
6-7	PVC	242,3	40	1,37	1,09	36.31
6-10	PVC	305,6	40	0,75	0,6	11.90
62-64	Acier	400,5	100	0,98	0,12	0.22
88-87	PVC	52,52	75	-1,01	0,23	0.97
27-42	Acier	13,04	200	41,82	1,33	8.03
42-54	Acier	124,3	200	32,08	1,02	4.92
30-32	PVC	19,55	63	1,21	0,39	3.16
32-33	PVC	24,38	40	0,06	0,05	0.11
51-93	PVC	401	125	10,32	0,84	5.94
65-74	PVC	223,5	125	23,1	1,88	26.41
66-68	PVC	38,26	125	1,53	0,12	0.17
87-120	PVC	424,9	75	1	0,23	0.95
101-99	PVC	172,2	110	-1,96	0,21	0.51
101-105	PVC	74,85	110	0,82	0,09	0.10
111-114	PVC	252	40	0,62	0,49	8.36
115-117	Acier	170,7	75	0,81	0,18	0.64
121-122	PVC	347,1	21	0,85	2,45	346.06
83-121'	PVC	91,02	125	19,63	1,6	19.54
135-137	PVC	81,16	21	0,2	0,58	23.73
143-148	PVC	422,9	110	4,86	0,51	2.74
155-157	PVC	129,9	50	0,32	0,16	0.83
3-2	PVC	108,77	200	-68,4	2,18	19.98
4-3	PVC	43,59	40	-3,59	2,86	216.17
3-11	PVC	135,26	100	4,49	0,57	3.77
6-4	PVC	16,35	40	-3,5	2,79	206.24
110-112	PVC	51,83	63	0,12	0,04	0.04
109-110	PVC	64,74	90	1,13	0,18	0.49
80-83	PVC	41	125	20,46	1,67	21.09
121'-121''	PVC	20,31	110	18,87	1,99	33.85
28-29	PVC	72,36	50	0,07	0,04	0.05

Tableau III.16 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
110-111	PVC	46,95	90	0,77	0,12	0.24
86-121'	PVC	99,34	125	-0,24	0,02	0.01
2-5	PEHD	219,55	40	0,37	0,29	3.21
7-9	PVC	131,6	40	0,16	0,13	0.68
7-8	PVC	144,32	40	0,23	0,18	1.33
129-127	PVC	101,59	110	-12,88	1,36	16.69
65-66	PVC	44,69	125	2,21	0,18	0.34
115-109	PVC	182,7	90	-1,92	0,3	1.31
r1-2	PVC	20	200	69,17	2,2	20.40

Les résultats obtenus pour les pressions et les vitesses sont représentés dans les figures (III.4) et (III.5) qui suivent :

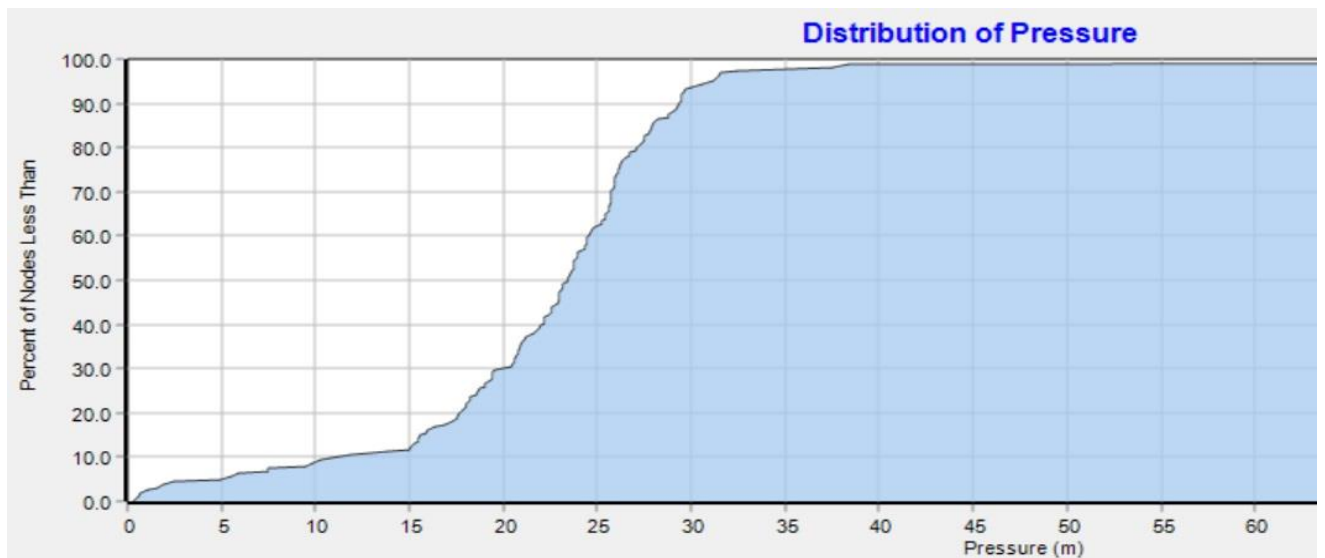


Figure III.4 : Distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe)

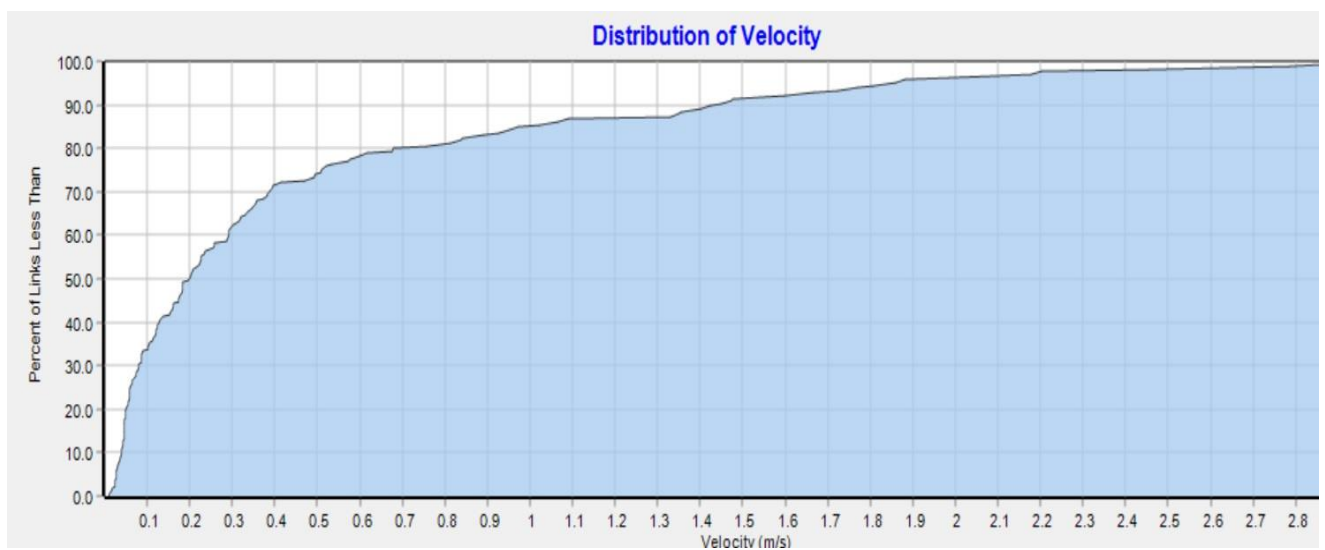


Figure III.5 : Distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe)

La carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe) est montrée dans la figure (III.6) et de la vitesse dans la figure (III.7) :

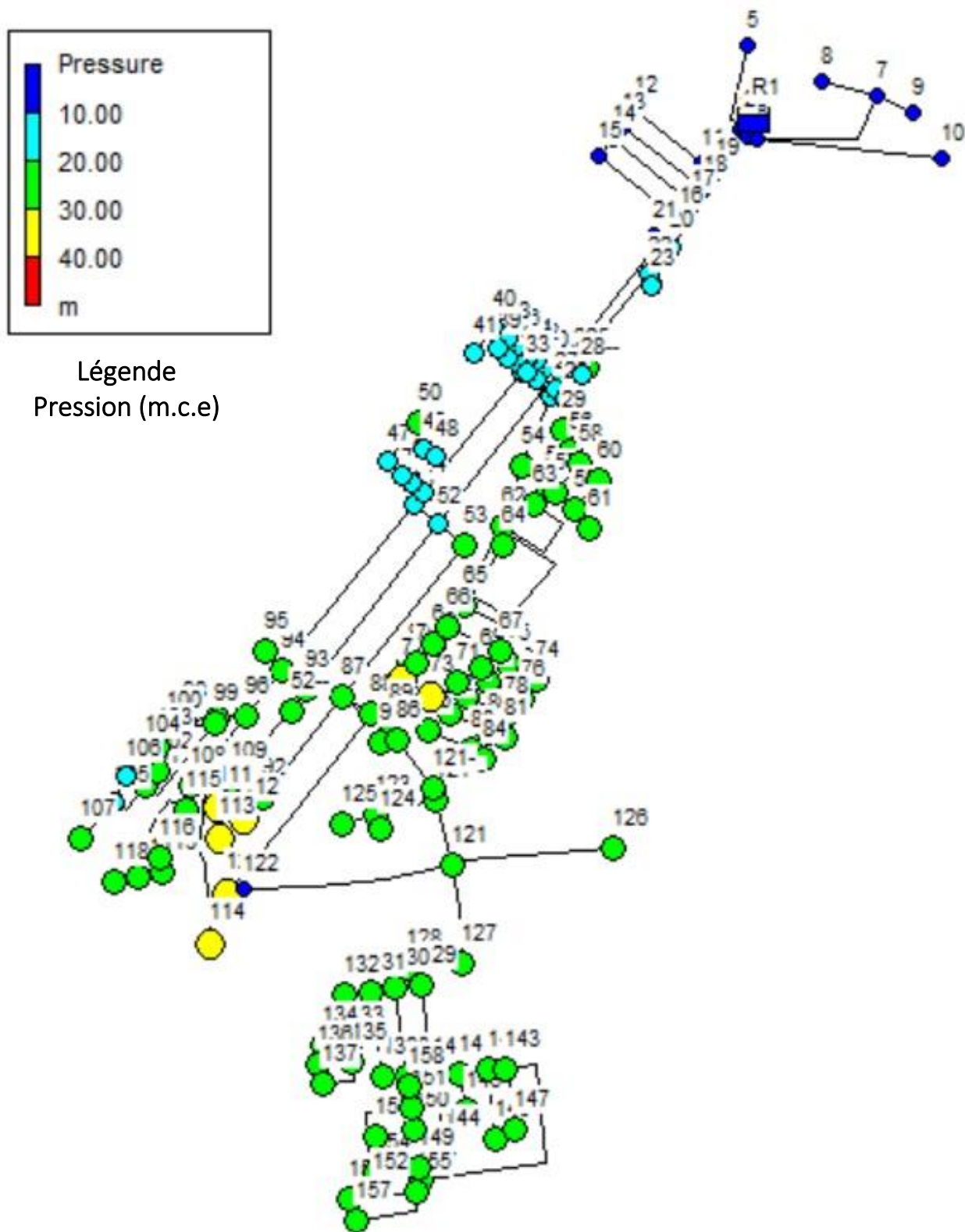


Figure III.6 : Carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe)

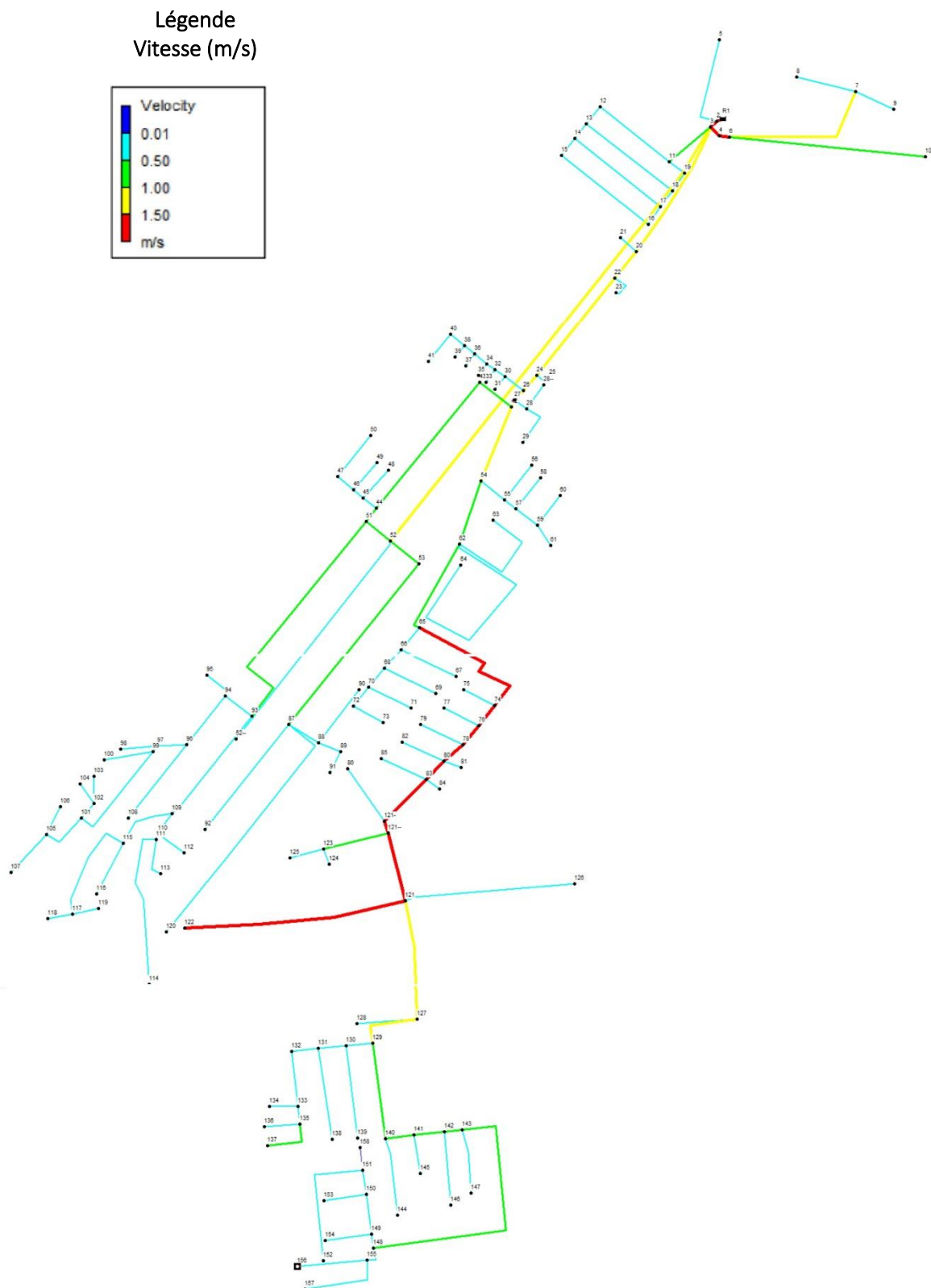


Figure III.7 : Carte de distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe)

Observation

- Les pressions dans le cas de pointe sont à la norme, la pression la plus faible dans le réseau est de **1.13** (m.c.e) et la plus haute est de **38.38** (m.c.e).
- les vitesses dans le réseau sont mauvaises elles sont très loin des normes, **75.61%** des vitesses dans le réseau sont inférieurs a **0.5** (m/s) dont **90%** sont inférieure a **0.3** (m/s).

b) Cas de pointe + incendie

Les cotes piézométriques et les pressions aux nœuds dans le cas de pointe + incendie sont données par le tableau (III.17) après la simulation:

Tableau III.17 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)	Node ID	Elévation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
11	144.88	0.62	144.70	Depression	60	119.54	0.14	134.99	15.46
12	148.40	0.42	144.59	Depression	61	116.76	0.09	134.99	18.23
13	147.81	0.57	144.58	Depression	62	116.65	2.08	134.29	17.64
14	147.44	0.57	144.52	Depression	63	117.82	0.47	134.28	16.46
15	146.42	0.5	144.52	Depression	65	113.94	1.03	132.96	19.02
19	141.02	0.16	144.64	3.62	74	106.30	0.78	116.56	10.27
18	140.37	0.57	144.58	4.21	75	109.38	0.13	116.56	7.19
17	138.31	0.57	144.54	6.23	76	105.90	0.34	113.73	7.83
16	136.34	0.51	144.53	8.19	77	110.05	0.15	113.73	3.67
3	147.00	0.84	145.21	Depression	78	105.40	0.37	111.11	5.71
52	119.56	1.22	135.34	15.78	79	110.21	0.18	111.10	0.88
51	122.86	1.16	135.07	12.21	80	103.75	0.44	108.52	4.77
44	123.04	0.75	135.13	12.09	81	103.08	0.07	108.43	5.35
45	123.83	0.26	135.04	11.21	82	109.01	0.18	108.52	Depression
46	123.78	0.27	135.00	11.22	83	102.92	0.58	105.87	2.95
47	120.57	0.28	134.98	14.41	85	107.00	0.19	105.86	Depression
50	117.88	0.2	134.97	17.09	84	102.42	0.06	105.80	3.38
49	121.28	0.14	135.00	13.71	72	109.28	0.22	132.93	23.65
48	121.00	0.14	135.03	14.03	73	108.62	0.13	132.93	24.31
43	122.68	0.78	136.30	13.62	70	110.51	0.37	132.93	22.42
42	121.92	0.49	136.66	14.73	71	110.29	0.18	132.93	22.63
93	115.60	1.59	132.69	17.09	68	111.04	0.41	132.94	21.90
94	114.18	0.48	132.62	18.44	69	111.03	0.22	132.92	21.89
95	110.40	0.11	132.25	21.85	66	112.08	0.44	132.94	20.87
96	110.82	0.71	132.50	21.68	67	110.80	0.24	132.93	22.13
97	110.80	0.28	132.44	21.64	89	108.47	0.18	134.15	25.68
98	110.33	0.14	132.35	22.02	91	108.00	0.09	134.10	26.10
99	110.42	0.64	132.43	22.02	121	100.26	2.17	86.63	Depression
100	109.77	0.19	132.22	22.45	121--	101.61	0.57	97.97	Depression
101	115.41	0.68	132.35	16.93	123	101.26	0.45	97.05	Depression
102	114.45	0.27	132.34	17.90	124	101.13	0.06	97.05	Depression

Tableau III.18 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)	Node ID	Elévation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
103	111.83	0.1	132.06	20.23	125	100.99	0.13	97.02	Depression
104	113.92	0.09	132.14	18.22	126	103.73	0.65	86.37	Depression
108	108.38	0.36	132.48	24.10	127	98.01	0.88	72.73	Depression
105	118.11	0.5	132.34	14.22	128	96.92	0.23	72.69	Depression
106	116.26	0.12	131.90	15.64	129	96.68	0.72	64.68	Depression
107	115.47	0.2	132.33	16.86	130	96.16	0.56	64.62	Depression
53	115.88	0.91	135.12	19.24	139	94.06	0.36	64.57	Depression
87	113.04	2.42	134.21	21.17	131	95.70	0.56	64.59	Depression
88	111.67	0.48	134.16	22.49	138	93.48	0.35	64.54	Depression
90	110.26	0.26	134.15	23.89	132	95.18	0.31	64.57	Depression
92	108.34	0.51	134.20	25.87	133	93.71	0.39	64.29	Depression
52--	111.58	0.96	135.26	23.68	134	93.63	0.11	64.28	Depression
109	106.72	0.81	132.50	25.78	135	93.41	0.4	64.26	Depression
117	106.44	0.61	132.15	25.71	136	93.50	0.13	63.67	Depression
119	105.95	0.1	132.15	26.19	140	94.82	0.77	55.60	Depression
118	106.68	0.1	132.15	25.47	141	95.28	0.37	53.11	Depression
110	104.81	0.24	132.47	27.66	145	94.48	0.15	53.11	Depression
112	104.70	0.12	132.47	27.77	142	95.81	0.46	50.55	Depression
111	105.00	0	132.46	27.46	146	94.24	0.28	50.55	Depression
113	103.78	0.15	132.45	28.67	143	96.20	1.35	49.18	Depression
115	109.00	0.88	132.26	23.26	147	94.68	0.25	49.17	Depression
116	107.86	0.23	132.26	24.40	144	92.76	0.3	55.60	Depression
20	133.50	0.77	141.50	7.99	148	91.82	1.17	30.38	Depression
21	136.84	0.08	141.50	4.65	155	91.36	0.66	27.74	Depression
22	132.00	0.72	140.66	8.66	156	90.38	17.27	-118.01	Depression
23	130.00	0.1	140.66	10.66	149	92.32	0.39	30.33	Depression
24	123.50	0.61	137.60	14.10	154	91.16	0.18	30.31	Depression
25	115.30	0.06	137.60	22.30	150	93.07	0.41	30.26	Depression
26	122.69	0.21	137.13	14.44	153	91.88	0.17	30.24	Depression
30	123.55	0.2	136.96	13.42	151	93.51	0.69	30.23	Depression
31	122.53	0.06	136.96	14.43	152	90.61	0.51	30.21	Depression
32	123.91	0.15	136.90	13.00	158	94.10	0.09	30.23	Depression
34	124.25	0.15	136.87	12.62	4	147.00	0.09	135.79	Depression
35	123.41	0.05	136.87	13.45	6	144.00	1.38	132.41	Depression
36	125.93	0.17	136.83	10.90	7	148.12	0.98	123.62	Depression
37	124.57	0.06	136.83	12.25	8	147.37	0.23	123.42	Depression
38	126.11	0.18	136.82	10.70	9	142.37	0.16	123.53	Depression
39	125.00	0.06	136.81	11.81	10	136.00	0.75	128.78	Depression
40	125.90	0.2	136.81	10.91	2	149.00	0.40	148.49	Depression
41	125.79	0.13	136.78	11.00	64	116.33	0.98	134.20	Depression
27	122.29	0.14	136.84	14.55	5	148.66	0.37	147.78	Depression
28	122.14	0.24	136.81	14.67	33	122.77	0.06	136.90	Depression

Tableau III.19: Cotes piézométriques et pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)	Node ID	Elévation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
28--	122.92	0.11	136.80	13.89	120	99.07	1	133.81	Depression
29	120.77	0.07	136.80	16.04	114	96.61	0.62	130.35	Depression
54	118.25	0.67	135.31	17.07	122	99.07	0.85	-33.49	Depression
55	119.71	0.34	135.08	15.37	121-	102.10	0.52	100.23	Depression
56	119.42	0.17	135.08	15.66	86	105.60	0.24	100.22	Depression
57	120.14	0.31	135.03	14.89	137	92.96	0.2	62.33	Depression
58	120.10	0.15	135.02	14.93	157	90.53	0.32	27.64	Depression
59	119.42	0.34	135.00	15.57	Resvr R1	149.10			

les vitesses et les pertes de charges dans le réseau de distribution dans le cas de pointe + incendie sont données dans le tableau (III.20) :

Tableau III.20 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
11-12	Acier	137.6	90	1.44	0.23	0.76
12-13	Acier	34.22	90	1.02	0.16	0.40
13-14	Acier	29.1	40	0.28	0.22	1.94
14-15	Acier	33.47	90	0.18	0.03	0.02
11-19	Acier	29.81	90	2.43	0.38	2.03
19-18	Acier	34.01	90	2.27	0.36	1.79
18-13	Acier	169.5	90	-0.17	0.03	0.01
18-17	Acier	30.11	90	1.87	0.29	1.24
17-16	Acier	33.77	90	0.83	0.13	0.27
16-15	Acier	172.5	90	0.32	0.05	0.05
14-17	Acier	170.4	90	-0.47	0.07	0.10
3-52	PVC	818.2	125	15.13	1.23	12.06
52-51	PEHD	48.7	110	7.10	0.75	5.54
51-44	PVC	25.66	110	-4.38	0.46	2.26
44-45	PVC	26.31	63	1.29	0.41	3.55
45-46	PVC	19.66	63	0.89	0.29	1.79
46-47	PVC	32.55	63	0.48	0.15	0.57
47-50	Acier	81.61	63	0.20	0.06	0.11
46-49	PVC	56.26	63	0.14	0.04	0.06
45-48	PVC	58.28	63	0.14	0.04	0.06
44-43	PVC	254.4	110	-6.42	0.68	4.60
43-42	PVC	62.74	110	-7.20	0.76	5.68
93-94	PVC	50.72	125	4.87	0.40	1.48
94-95	PVC	46.84	21	0.11	0.32	7.84
94-96	PVC	97.39	125	4.28	0.35	1.16
96-97	PVC	45.2	110	3.21	0.34	1.27
97-98	PVC	57.31	32	0.14	0.17	1.58
97-99	PVC	11.32	110	2.79	0.29	0.98

Tableau III.21 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
99-100	PVC	77.2	32	0.19	0.24	2.77
101-102	PVC	29.52	110	0.46	0.05	0.03
102-103	PVC	42.85	21	0.10	0.29	6.57
104-102	PVC	37.79	21	-0.09	0.26	5.41
96-108	PVC	145.7	75	0.36	0.08	0.14
105-106	PVC	47.78	21	0.12	0.35	9.22
105-107	PVC	81.58	63	0.20	0.06	0.11
52-53	PVC	56.92	110	5.85	0.62	3.87
53-87	PVC	321.5	110	4.94	0.52	2.83
88-90	PVC	105.6	75	0.26	0.06	0.08
87-92	PVC	209	110	0.51	0.05	0.04
52-52"	PVC	392	100	0.96	0.12	0.22
93-109	PVC	198.2	125	3.86	0.31	0.96
117-119	Acier	41.07	50	0.10	0.05	0.10
117-118	Acier	39.1	50	0.10	0.05	0.10
111-113	PVC	62.37	63	0.15	0.05	0.07
115-116	PVC	92.34	90	0.23	0.04	0.03
3-20	Acier	227.2	200	61.35	1.95	16.34
20-21	PVC	33.2	63	0.08	0.03	0.02
20-22	Acier	52.79	200	60.50	1.93	15.92
22-23	Acier	42.31	63	0.10	0.03	0.03
22-24	Acier	197.1	200	59.68	1.90	15.52
24-25	PVC	22.85	75	0.06	0.01	0.01
24-26	Acier	30.98	200	59.01	1.88	15.20
26-30	PVC	36.1	63	1.47	0.47	4.53
30-31	PVC	25.03	40	0.06	0.05	0.11
32-34	PVC	15.35	63	1.00	0.32	2.22
34-35	PVC	22.1	40	0.05	0.04	0.08
34-36	PVC	24.8	63	0.80	0.26	1.47
36-37	PVC	23.49	40	0.06	0.05	0.11
36-38	PVC	20.28	63	0.57	0.18	0.78
38-39	PVC	22.97	40	0.06	0.05	0.11
38-40	PVC	28.27	63	0.33	0.11	0.28
40-41	PVC	54.45	40	0.13	0.10	0.46
26-27	Acier	19.9	200	57.33	1.82	14.41
27-28	Acier	23.14	50	0.42	0.21	1.37
28-28"	Acier	45.79	50	0.11	0.06	0.11
54-55	Acier	46.66	63	1.54	0.49	4.93
55-56	Acier	68.5	63	0.17	0.05	0.08
55-57	Acier	23.41	63	1.03	0.33	2.34
57-58	Acier	61.75	63	0.15	0.05	0.07
57-59	Acier	41.03	63	0.57	0.18	0.78
59-60	Acier	58.55	63	0.14	0.04	0.06

Tableau III.22 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
59-61	Acier	38.39	63	0.09	0.03	0.03
54-62	Acier	103.3	200	46.87	1.49	9.92
62-63	Acier	192.7	100	0.47	0.06	0.06
62-65	Acier	155	200	43.34	1.38	8.58
74-75	PVC	54.92	63	0.13	0.04	0.05
74-76	PVC	40.32	125	39.19	3.19	70.29
76-77	PVC	60.5	63	0.15	0.05	0.07
76-78	PVC	38.21	125	38.70	3.15	68.67
78-79	PVC	72.77	63	0.18	0.06	0.09
78-80	PVC	38.64	125	38.15	3.11	66.88
80-81	PVC	27.78	21	0.07	0.20	3.40
80-82	PVC	72.32	63	0.18	0.06	0.09
83-85	PVC	76.66	63	0.19	0.06	0.10
83-84	PVC	26.3	21	0.06	0.17	2.55
72-73	PVC	53.09	63	0.13	0.04	0.05
72-70	PVC	38.02	125	-0.35	0.03	0.01
70-71	PVC	73.96	63	0.18	0.06	0.09
70-68	PVC	38.49	125	-0.90	0.07	0.06
68-69	PVC	89.28	63	0.22	0.07	0.13
66-67	PVC	96.15	63	0.24	0.08	0.16
88-89	PVC	39.16	63	0.27	0.09	0.20
89-91	PVC	36.21	27	0.09	0.16	1.59
121-121"	PVC	108.6	110	-34.66	3.65	104.36
121"-123	PVC	103.4	40	0.64	0.51	8.87
123-124	PVC	25.85	40	0.06	0.05	0.11
123-125	PVC	54.19	40	0.13	0.10	0.46
121-126	PVC	265.1	63	0.65	0.21	1.00
121-127	PVC	163.9	110	30.99	3.26	84.82
127-128	PVC	94.01	50	0.23	0.12	0.45
129-130	PVC	41.43	110	3.37	0.35	1.39
130-139	PVC	145.5	63	0.36	0.12	0.33
130-131	PVC	43.08	110	2.45	0.26	0.77
131-138	PVC	142.8	63	0.35	0.11	0.32
131-132	PVC	41.76	110	1.54	0.16	0.33
132-133	PVC	85.89	63	1.23	0.39	3.25
133-134	PVC	43.78	40	0.11	0.09	0.34
133-135	PVC	27.9	63	0.73	0.23	1.24
135-136	PVC	54.55	21	0.13	0.38	10.69
129-140	PVC	150.3	110	25.79	2.71	60.37
140-141	PVC	44.72	110	24.72	2.60	55.81
141-145	PVC	60.18	110	0.15	0.02	0.00
141-142	PVC	47.58	110	24.20	2.55	53.65
142-146	PVC	115	110	0.28	0.03	0.01

Tableau III.23 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
142-143	PVC	27.23	110	23.46	2.47	50.66
143-147	PVC	100.5	110	0.25	0.03	0.01
140-144	PVC	121.4	110	0.30	0.03	0.02
148-155	PVC	31.19	90	18.25	2.87	84.56
155-156	PVC	109	50	17.27	8.80	1337.16
148-149	PVC	22.19	90	2.44	0.38	2.04
149-154	PVC	73.13	50	0.18	0.09	0.29
149-150	PVC	62.72	90	1.87	0.29	1.24
150-153	PVC	67.45	50	0.17	0.09	0.26
150-151	PVC	37.94	90	1.29	0.20	0.63
151-152	PVC	209.1	90	0.51	0.08	0.11
151-158	PVC	35.7	110	0.09	0.01	0.00
6-7	PVC	242.3	40	1.37	1.09	36.31
6-10	PVC	305.6	40	0.75	0.60	11.90
62-64	Acier	400.5	100	0.98	0.12	0.22
88-87	PVC	52.52	75	-1.01	0.23	0.97
27-42	Acier	13.04	200	56.77	1.81	14.15
42-54	Acier	124.3	200	49.08	1.56	10.81
30-32	PVC	19.55	63	1.21	0.39	3.16
32-33	PVC	24.38	40	0.06	0.05	0.11
51-93	PVC	401	125	10.32	0.84	5.94
65-74	PVC	223.5	125	40.10	3.27	73.35
66-68	PVC	38.26	125	1.53	0.12	0.17
87-120	PVC	424.9	75	1.00	0.23	0.95
101-99	PVC	172.2	110	-1.96	0.21	0.51
101-105	PVC	74.85	110	0.82	0.09	0.10
111-114	PVC	252	40	0.62	0.49	8.36
115-117	Acier	170.7	75	0.81	0.18	0.64
121-122	PVC	347.1	21	0.85	2.45	346.06
83-121'	PVC	91.02	125	36.63	2.98	62.03
135-137	PVC	81.16	21	0.20	0.58	23.73
143-148	PVC	422.9	110	21.86	2.30	44.44
155-157	PVC	129.9	50	0.32	0.16	0.83
3-2	PVC	108.77	200	-85.40	2.72	30.14
4-3	PVC	43.59	40	-3.59	2.86	216.17
3-11	PVC	135.26	100	4.49	0.57	3.77
6-4	PVC	16.35	40	-3.50	2.79	206.24
110-112	PVC	51.83	63	0.12	0.04	0.04
109-110	PVC	64.74	90	1.13	0.18	0.49
80-83	PVC	41	125	37.46	3.05	64.65
121'-121''	PVC	20.31	110	35.87	3.77	111.21
28-29	PVC	72.36	50	0.07	0.04	0.05
110-111	PVC	46.95	90	0.77	0.12	0.24

Tableau III. 24 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Dh (m.c.e/km)
86-121'	PVC	99.34	125	-0.24	0.02	0.01
2-5	PEHD	219.55	40	0.37	0.29	3.21
7-9	PVC	131.60	40	0.16	0.13	0.68
7-8	PVC	144.32	40	0.23	0.18	1.33
129-127	PVC	101.59	110	-29.88	3.14	79.28
65-66	PVC	44.69	125	2.21	0.18	0.34
115-109	PVC	182.70	90	-1.92	0.30	1.31
r1-2	PVC	20	200	86.17	2.74	30.65

Les résultats obtenus pour les pressions et les vitesses sont représentés dans les figures (III.8) et (III.9) qui suivent :

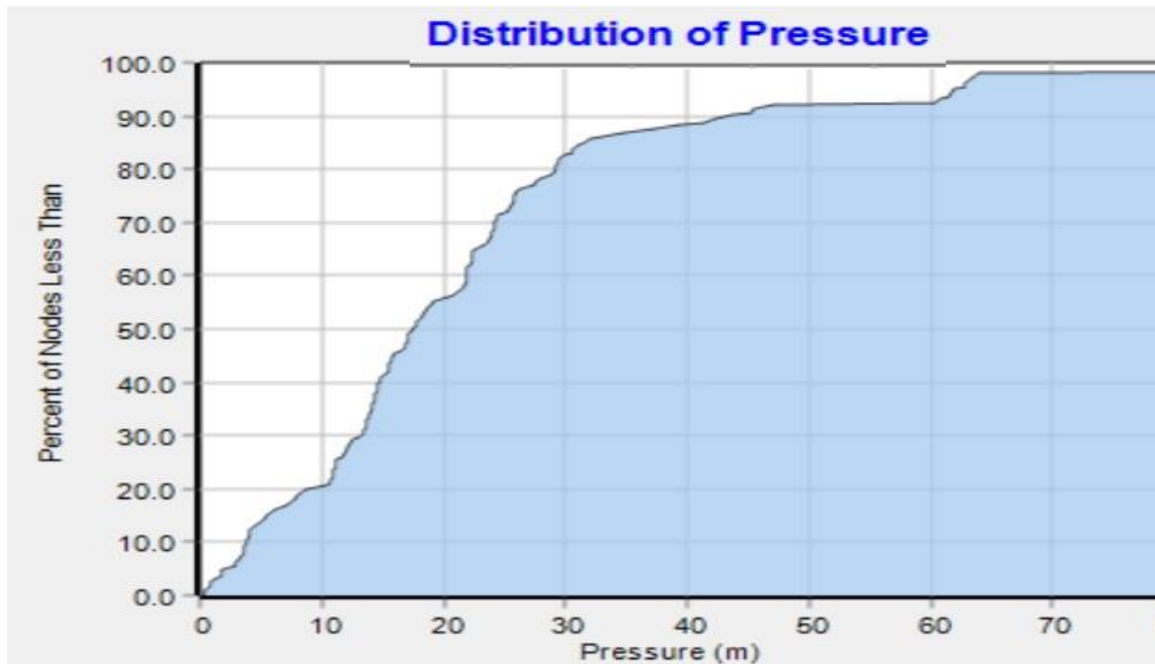


Figure III.8 : Distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)

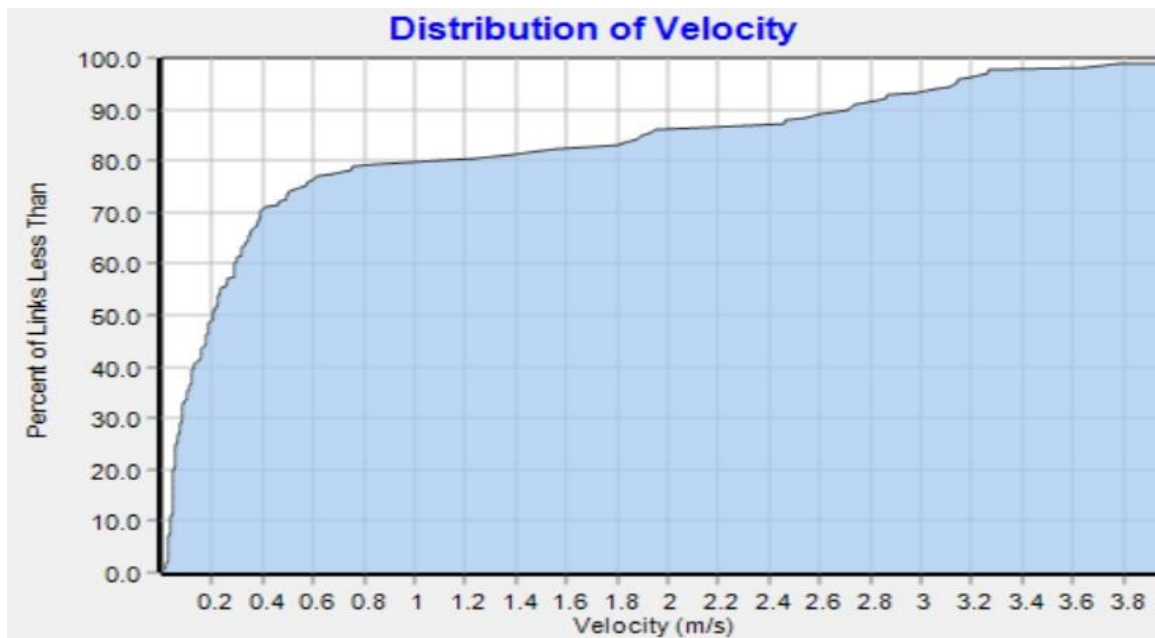


Figure III.9 : Distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe + incendie)

La carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie) est montrée dans la figure (III.10) et de la vitesse dans la figure (III.11) :

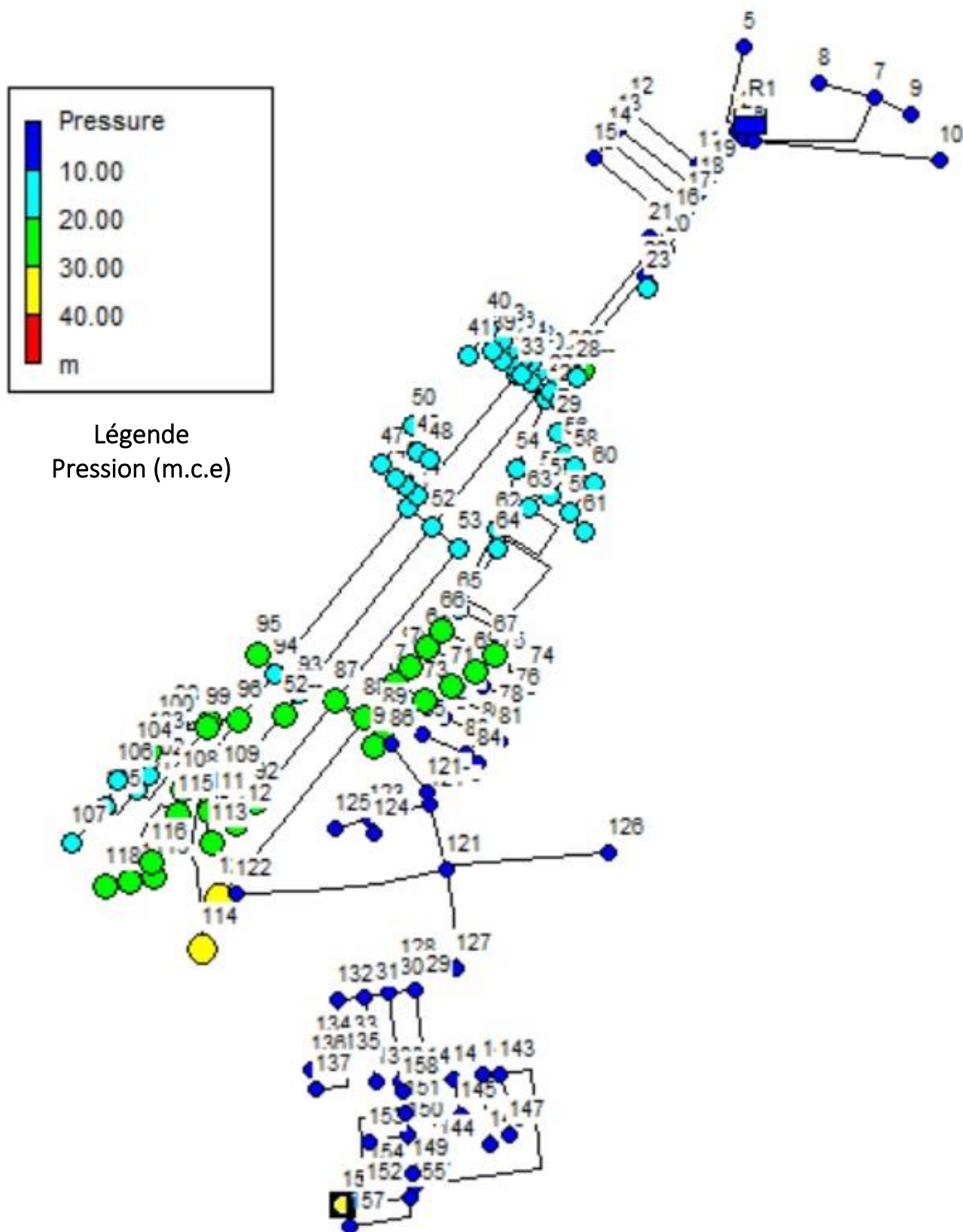


Figure III.10 : Carte de distribution des pressions dans le réseau (cas de pointe + incendie)

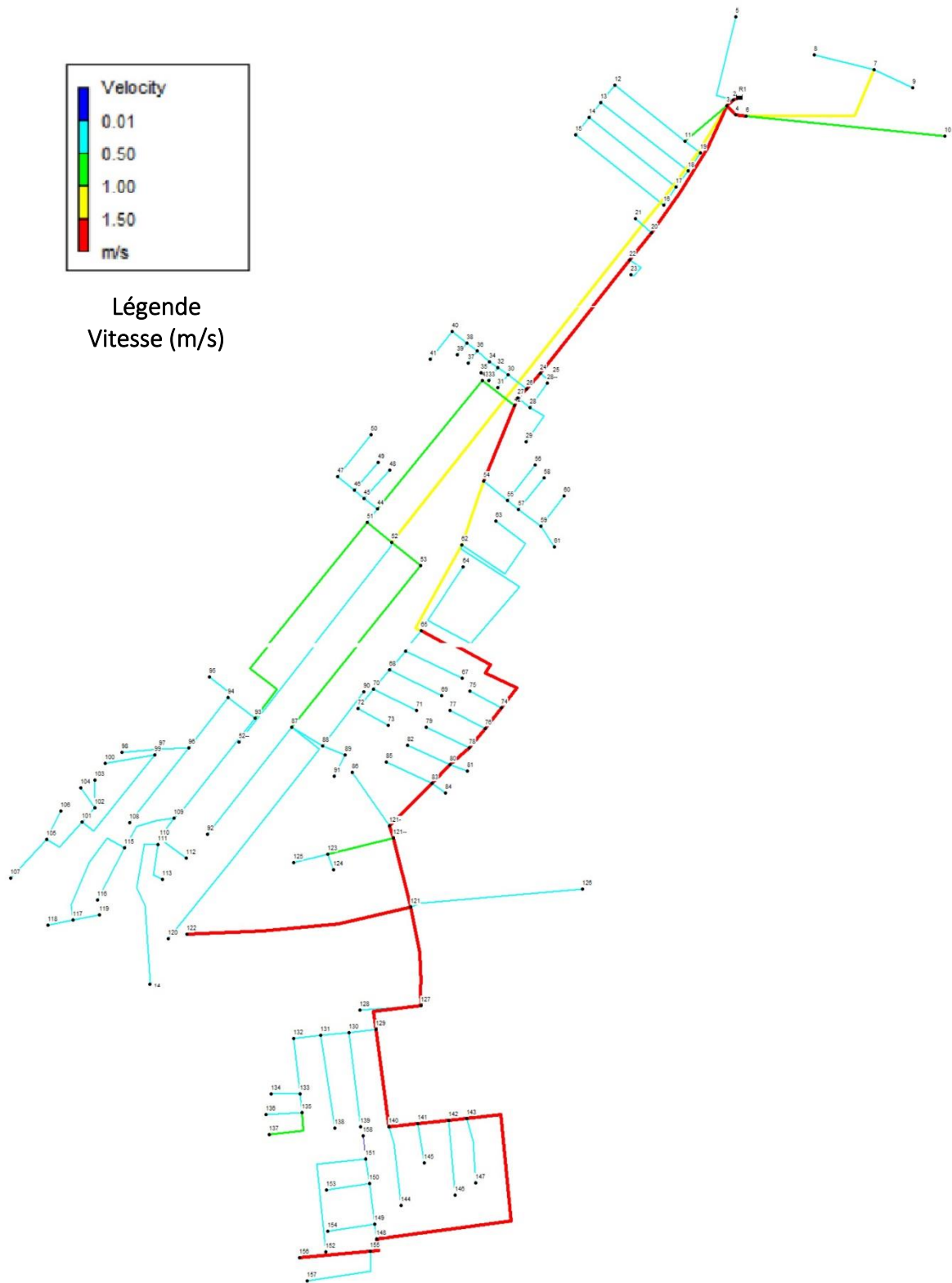


Figure III.5 : Carte de distribution des vitesses dans le réseau (cas de pointe + incendie)

Observations

- Il y a une anomalie dans la distribution des pressions dans le cas de pointe + incendie, la simulation montre que dans le cas de pointe + incendie, il existe une dépression dans certains nœuds (37.89 % du réseau), pour que l'eau s'écoule, la pression doit être supérieure à -10 m.c.e (pression de vapeur saturant), c'est pourquoi nous pouvons conclure que l'écoulement d'eau s'est arrêté dans ces régions.
- Dans le cas de pointe + incendie 15.76% des vitesses sont supérieures à la norme (2 m/s), et environ 74.55% sont faibles (inférieurs à 0.5 (m/s)) c.-à-d. que seulement 25.45% sont dans les normes.

c) Interprétation des résultats de simulation

- A partir des résultats de la simulation dans les deux cas (pointe et pointe + incendie) on voit bien que notre réseau ne répond pas aux conditions de fonctionnement normale à cause des vitesses et pressions inacceptables et très loin des normes de bon fonctionnement.
- Les pressions sont à la norme dans le cas de pointe mais des vitesses faibles ont été enregistré dans tout le réseau, c.-à-d. notre réseau est surdimensionné, d'autre part dans le cas de pointe + incendie en remarquera que des pressions négatives et autres très faible existe dans le réseau.
- les vitesses sont également hors normes dans des cas sont très faibles dans autres très grand cela signifie que notre réseau n'est pas optimisé pour le cas d'incendie.

Récapitulation

Nous résumons tous les résultats du diagnostic physique et de la simulation hydraulique dans le tableau (III.25) :

Tableau III.25 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Etat hydraulique	Etat physique
11-12	Acier	137.6	90	Mauvaise	Mauvaise
12-13	Acier	34.22	90	Mauvaise	Mauvaise
13-14	Acier	29.1	40	Mauvaise	Mauvaise
14-15	Acier	33.47	90	Mauvaise	Mauvaise
11-19	Acier	29.81	90	Mauvaise	Mauvaise
19-18	Acier	34.01	90	Mauvaise	Mauvaise
18-13	Acier	169.5	90	Mauvaise	Mauvaise
18-17	Acier	30.11	90	Mauvaise	Mauvaise
17-16	Acier	33.77	90	Mauvaise	Mauvaise
16-15	Acier	172.5	90	Mauvaise	Mauvaise
14-17	Acier	170.4	90	Mauvaise	Mauvaise
3-52	PVC	818.2	125	Bon	Mauvaise
52-51	PEHD	48.7	110	Bon	Mauvaise
51-44	PVC	25.66	110	Mauvaise	Mauvaise
44-45	PVC	26.31	63	Mauvaise	Mauvaise
45-46	PVC	19.66	63	Mauvaise	Mauvaise

Tableau III.26 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant (suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Etat hydraulique	Etat physique
46-47	PVC	32.55	63	Mauvaise	Mauvaise
47-50	Acier	81.61	63	Mauvaise	Mauvaise
46-49	PVC	56.26	63	Mauvaise	Mauvaise
45-48	PVC	58.28	63	Mauvaise	Mauvaise
44-43	PVC	254.4	110	Bon	Mauvaise
43- 42	PVC	62.74	110	Bon	Mauvaise
93-94	PVC	50.72	125	Mauvaise	Mauvaise
94-95	PVC	46.84	21	Mauvaise	Mauvaise
94-96	PVC	97.39	125	Mauvaise	Mauvaise
96-97	PVC	45.2	110	Mauvaise	Mauvaise
97-98	PVC	57.31	32	Mauvaise	Mauvaise
97-99	PVC	11.32	110	Mauvaise	Mauvaise
99-100	PVC	77.2	32	Mauvaise	Mauvaise
101-102	PVC	29.52	110	Mauvaise	Mauvaise
102-103	PVC	42.85	21	Mauvaise	Mauvaise
104-102	PVC	37.79	21	Mauvaise	Mauvaise
96-108	PVC	145.7	75	Mauvaise	Mauvaise
105-106	PVC	47.78	21	Mauvaise	Mauvaise
105-107	PVC	81.58	63	Mauvaise	Mauvaise
52-53	PVC	56.92	110	Bon	Mauvaise
53-87	PVC	321.5	110	Bon	Mauvaise
88-90	PVC	105.6	75	Mauvaise	Mauvaise
87-92	PVC	209	110	Mauvaise	Mauvaise
52-52"	PVC	392	100	Mauvaise	Mauvaise
93-109	PVC	198.2	125	Mauvaise	Mauvaise
117-119	Acier	41.07	50	Mauvaise	Mauvaise
117-118	Acier	39.1	50	Mauvaise	Mauvaise
111-113	PVC	62.37	63	Mauvaise	Mauvaise
115-116	PVC	92.34	90	Mauvaise	Mauvaise
3-20	Acier	227.2	200	Mauvaise	Mauvaise
20-21	PVC	33.2	63	Mauvaise	Mauvaise
20-22	Acier	52.79	200	Mauvaise	Mauvaise
22-23	Acier	42.31	63	Mauvaise	Mauvaise
22-24	Acier	197.1	200	Mauvaise	Mauvaise
24-25	PVC	22.85	75	Mauvaise	Mauvaise
24-26	Acier	30.98	200	Mauvaise	Mauvaise
26-30	PVC	36.1	63	Mauvaise	Mauvaise
30-31	PVC	25.03	40	Mauvaise	Mauvaise
32-34	PVC	15.35	63	Mauvaise	Mauvaise
34-35	PVC	22.1	40	Mauvaise	Mauvaise
34-36	PVC	24.8	63	Mauvaise	Mauvaise
36-37	PVC	23.49	40	Mauvaise	Mauvaise
36-38	PVC	20.28	63	Mauvaise	Mauvaise
38-39	PVC	22.97	40	Mauvaise	Mauvaise

Tableau III.27 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant (suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Etat hydraulique	Etat physique
38-40	PVC	28.27	63	Mauvaise	Mauvaise
40-41	PVC	54.45	40	Mauvaise	Mauvaise
26-27	Acier	19.9	200	Mauvaise	Mauvaise
27-28	Acier	23.14	50	Mauvaise	Mauvaise
28-28"	Acier	45.79	50	Mauvaise	Mauvaise
54-55	Acier	46.66	63	Mauvaise	Mauvaise
55-56	Acier	68.5	63	Mauvaise	Mauvaise
55-57	Acier	23.41	63	Mauvaise	Mauvaise
57-58	Acier	61.75	63	Mauvaise	Mauvaise
57-59	Acier	41.03	63	Mauvaise	Mauvaise
59-60	Acier	58.55	63	Mauvaise	Mauvaise
59-61	Acier	38.39	63	Mauvaise	Mauvaise
54-62	Acier	103.3	200	Bon	Mauvaise
62-63	Acier	192.7	100	Mauvaise	Mauvaise
62-65	Acier	155	200	Bon	Mauvaise
74-75	PVC	54.92	63	Mauvaise	Mauvaise
74-76	PVC	40.32	125	Mauvaise	Mauvaise
76-77	PVC	60.5	63	Mauvaise	Mauvaise
76-78	PVC	38.21	125	Mauvaise	Mauvaise
78-79	PVC	72.77	63	Mauvaise	Mauvaise
78-80	PVC	38.64	125	Mauvaise	Mauvaise
80-81	PVC	27.78	21	Mauvaise	Mauvaise
80-82	PVC	72.32	63	Mauvaise	Mauvaise
83-85	PVC	76.66	63	Mauvaise	Mauvaise
83-84	PVC	26.3	21	Mauvaise	Mauvaise
72-73	PVC	53.09	63	Mauvaise	Mauvaise
72-70	PVC	38.02	125	Mauvaise	Mauvaise
70-71	PVC	73.96	63	Mauvaise	Mauvaise
70-68	PVC	38.49	125	Mauvaise	Mauvaise
68-69	PVC	89.28	63	Mauvaise	Mauvaise
66-67	PVC	96.15	63	Mauvaise	Mauvaise
88-89	PVC	39.16	63	Mauvaise	Mauvaise
89-91	PVC	36.21	27	Mauvaise	Mauvaise
121-121"	PVC	108.6	110	Mauvaise	Mauvaise
121"-123	PVC	103.4	40	Bon	Mauvaise
123-124	PVC	25.85	40	Mauvaise	Mauvaise
123-125	PVC	54.19	40	Mauvaise	Mauvaise
121-126	PVC	265.1	63	Mauvaise	Mauvaise
121-127	PVC	163.9	110	Mauvaise	Mauvaise
127-128	PVC	94.01	50	Mauvaise	Mauvaise
129-130	PVC	41.43	110	Mauvaise	Bon
130-139	PVC	145.5	63	Mauvaise	Bon
130-131	PVC	43.08	110	Mauvaise	Bon
131-138	PVC	142.8	63	Mauvaise	Bon

Tableau III.28 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant (suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Etat hydraulique	Etat physique
131-132	PVC	41.76	110	Mauvaise	Bon
132-133	PVC	85.89	63	Mauvaise	Bon
133-134	PVC	43.78	40	Mauvaise	Bon
133-135	PVC	27.9	63	Mauvaise	Bon
135-136	PVC	54.55	21	Mauvaise	Bon
129-140	PVC	150.3	110	Mauvaise	Bon
140-141	PVC	44.72	110	Mauvaise	Bon
141-145	PVC	60.18	110	Mauvaise	Bon
141-142	PVC	47.58	110	Mauvaise	Bon
142-146	PVC	115	110	Mauvaise	Bon
142-143	PVC	27.23	110	Mauvaise	Bon
143-147	PVC	100.5	110	Mauvaise	Bon
140-144	PVC	121.4	110	Mauvaise	Bon
148-155	PVC	31.19	90	Mauvaise	Bon
155-156	PVC	109	50	Mauvaise	Bon
148-149	PVC	22.19	90	Mauvaise	Bon
149-154	PVC	73.13	50	Mauvaise	Bon
149-150	PVC	62.72	90	Mauvaise	Bon
150-153	PVC	67.45	50	Mauvaise	Bon
150-151	PVC	37.94	90	Mauvaise	Bon
151-152	PVC	209.1	90	Mauvaise	Bon
151-158	PVC	35.7	110	Mauvaise	Bon
6-7	PVC	242.3	40	Bon	Mauvaise
6-10	PVC	305.6	40	Bon	Mauvaise
62-64	Acier	400.5	100	Mauvaise	Mauvaise
88-87	PVC	52.52	75	Mauvaise	Mauvaise
27-42	Acier	13.04	200	Mauvaise	Mauvaise
42-54	Acier	124.3	200	Mauvaise	Mauvaise
30-32	PVC	19.55	63	Mauvaise	Mauvaise
32-33	PVC	24.38	40	Mauvaise	Mauvaise
51-93	PVC	401	125	Bon	Mauvaise
65-74	PVC	223.5	125	Mauvaise	Mauvaise
66-68	PVC	38.26	125	Mauvaise	Mauvaise
87-120	PVC	424.9	75	Mauvaise	Mauvaise
101-99	PVC	172.2	110	Mauvaise	Mauvaise
101-105	PVC	74.85	110	Mauvaise	Mauvaise
111-114	PVC	252	40	Mauvaise	Mauvaise
115-117	Acier	170.7	75	Mauvaise	Mauvaise
121-122	PVC	347.1	21	Mauvaise	Mauvaise
83-121'	PVC	91.02	125	Mauvaise	Mauvaise
135-137	PVC	81.16	21	Bon	Mauvaise
143-148	PVC	422.9	110	Mauvaise	Mauvaise
155-157	PVC	129.9	50	Mauvaise	Mauvaise
3-2	PVC	108.77	200	Mauvaise	Mauvaise

Tableau III.29 : Bilan de l'état physique et hydraulique des conduites dans le réseau existant (suite)

Tronçon	Matériau	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Etat hydraulique	Etat physique
4-3	PVC	43.59	40	Mauvaise	Mauvaise
3-11	PVC	135.26	100	Bon	Mauvaise
6-4	PVC	16.35	40	Mauvaise	Mauvaise
110-112	PVC	51.83	63	Mauvaise	Mauvaise
109-110	PVC	64.74	90	Mauvaise	Mauvaise
80-83	PVC	41	125	Mauvaise	Mauvaise
121'-121"	PVC	20.31	110	Mauvaise	Mauvaise
28-29	PVC	72.36	50	Mauvaise	Mauvaise
110-111	PVC	46.95	90	Mauvaise	Mauvaise
86-121'	PVC	99.34	125	Mauvaise	Mauvaise
2-5	PEHD	219.55	40	Mauvaise	Bon
7-9	PVC	131.60	40	Mauvaise	Mauvaise
7-8	PVC	144.32	40	Mauvaise	Mauvaise
129-127	PVC	101.59	110	Mauvaise	Mauvaise
65-66	PVC	44.69	125	Mauvaise	Mauvaise
115-109	PVC	182.70	90	Mauvaise	Mauvaise
r1-2	PVC	20	200	Mauvaise	Mauvaise

Remarque

Puisque le réseau ne répond pas à la demande actuelle, ce calcul est suffisant pour dire qu'une rénovation du réseau est nécessaire.

Conclusion

L'analyse réalisée dans ce chapitre montre que notre réseau ne répond pas parfaitement aux exigences et aux normes de fonctionnement des réseaux d'eau potable, on a remarqué de faibles vitesses et des pressions insuffisantes dans la majeure partie du réseau.

En conséquence, une solution doit être trouvée pour notre agglomération : compte tenu des dysfonctionnements que l'étude de diagnostic a mis en évidence, nous proposons la projection d'un nouveau réseau pour satisfaire la demande de la population de la commune de Arib.

Chapitre IV :

Etude de stockage

Introduction

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la Production à la consommation.

La commune de Arib va prendre en charge un développement futur, donc le but de ce chapitre est de déterminer le volume de stockage nécessaire actuellement et à l'horizon de telle façon a assuré le meilleur fonctionnement du réseau.

III.4.Fonctions des réservoirs

Les réservoirs sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter convenablement une agglomération en eau potable et pour assurer la régularisation de l'apport de la consommation d'eau pour permettre aux pompes un refoulement constant.

Les principales fonctions des réservoirs sont :

- La régulation du débit entre le régime de l'adduction (déterminé par le pompage et le traitement) et le régime de distribution (déterminé par la consommation).
- La régulation de pression en tout point du réseau (le réservoir permet de fournir aux abonnés une pression suffisante et plus ou moins constante, la pression fournie par les stations de pompage peut varier au moment de la mise en marche et de l'arrêt des pompes).
- La sécurité vis-à-vis des risques d'incendie, de demande en eau exceptionnelle.

III.5.Classification des réservoirs

Parmi les classifications des réservoirs nous distinguons les cuves :

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Sur sol.
- Sur tour ou surélevé (château d'eau).

D'après leurs formes, ils peuvent être :

- Circulaires.
- Rectangulaire ou carrée.

III.6.Capacité des réservoirs

Le volume d'eau à stocker peut-être réparti sur un ou plusieurs réservoirs en fonction de l'importance de la collectivité à alimenter.

La capacité d'un réservoir doit être estimée en tenant compte des variations de débit à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situées en amont, et d'autre part de la variabilité de la demande.

La capacité d'un réservoir peut être calculée selon deux méthodes à savoir :

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

III.6.1.Méthode analytique

La méthode analytique consiste à faire un calcul de résidus entre un régime d'alimentation qui est caractérisé par un débit constant avec un régime de consommation caractérisé par un débit variable (en fonction de la consommation des habitants).

Le volume qui ressort de ce calcul est comme suite (équation (IV.1)):

$$V_r = \frac{a \cdot Q_{max.j}}{100} \dots \dots \dots (IV.1)$$

V_r : capacité résiduelle (m^3).

a : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

$Q_{max.j}$: La consommation maximale journalière (m^3/j).

Tout en ajoutant le volume de la réserve d'incendie, donc le volume total sera :

$$V_T = V_r + V_{inc}$$

V_T : capacité totale du réservoir (m^3).

V_r : capacité résiduelle (m^3).

V_{inc} : volume d'incendie estimé à $120 m^3$.

• Détermination du résidu maximum dans les réservoirs

Pour dimensionner un réservoir, on est appelé à déterminer le résidu maximal. Souvent celui-ci peut être localisé aux environs des heures de pointe où la consommation est élevée. La variation entre le débit entrant et le débit à distribuer peut nous permettre sa localisation.

Donc si la déférence de débit entrant au réservoir est supérieure à celui qui sort de ce dernier cela indique qu'il y a un surplus ; et dans le cas contraire, on aura un déficit.

On détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La valeur maximale trouvée sera le pourcentage du volume de stockage.

III.6.2.Méthode graphique

Cette méthode est basée sur le volume d'eau entrant et sortant pendant un jour. On trace les courbes de volumes cumulés (V_a) provenant de l'alimentation et (V_c) correspondant à la consommation.

Ensuite, en traçant la courbe de la différence entre les deux courbes précédentes, qui est :

$$[V_a - V_c]$$

Alors, le volume minimum nécessaire du réservoir ($V_{rés}$) sera égal à la somme en valeurs absolues, de la plus grande valeur (positive) (V^+) et de la plus petite valeur (négative) (V^-) de cette différence, on obtiendra le résidu maximal journalier.

Donc, Le volume de régulation V_r est calculé selon la formule (IV.2) :

$$V_r = Q_{max.j} \times \frac{R_{max}}{100} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Avec :

V_r : le volume de régulation (m^3).

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

R_{max} : résidu maximal journalier (%).

Tel que ce résidu représente $R_{max} = V^-$.

$$R_{max} = |V^+| + |V^-| (%)$$

Pour calculer le volume total en (m^3), en ajoutant le volume de la réserve d'incendie ($120 m^3$)

$$V_T = V_r + V_{inc}$$

Cette méthode est très précise car on dispose des statistiques suffisantes concernant la variation horaire de la consommation pendant la journée de pointe, elle est illustrée par la figure suivante :

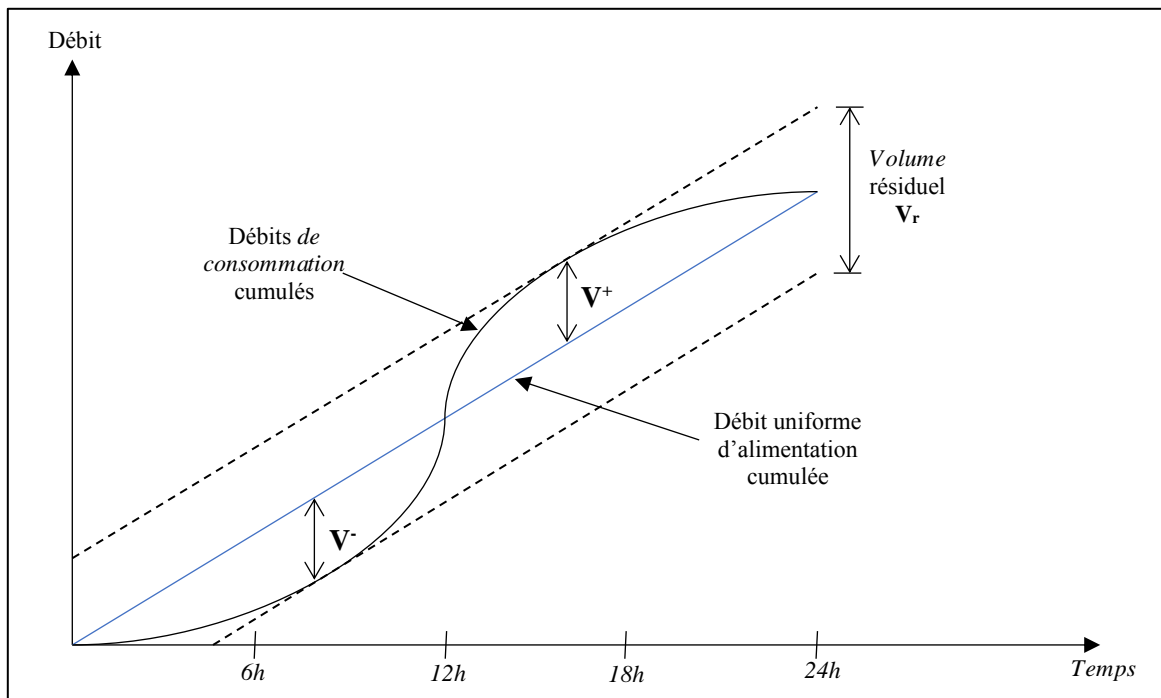


Figure IV.1 : Schéma de la méthode graphique

III.7.Evaluation du volume de stockage nécessaire

Pour déterminer le volume nécessaire des réservoirs nous utilisons la méthode analytique :

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du réservoir

Heures	C _h (%)	Apports (%)	Arrivée stockage	Départ distribution	Capacité horaire du réservoir
0-1	1,5	0	-	1,5	26,75
1-2	1,5	0	-	1,5	25,25
2-3	1,5	0	-	1,5	23,75
3-4	1,5	0	-	1,5	22,25
4-5	2,5	0	-	2,5	19,75
5-6	3,5	0	-	3,5	16,25
6-7	4,5	0	-	4,5	11,75
7-8	5,5	0	-	5,5	6,25
8-9	6,25	0	-	6,25	0
9-10	6,25	12,5	6,25	-	6,25
10-11	6,25	12,5	6,25	-	12,5
11-12	6,25	12,5	6,25	-	18,75
12-13	5	12,5	7,5	-	26,25
13-14	5	12,5	7,5	-	33,75
14-15	5,5	12,5	7	-	40,75
15-16	6	12,5	6,5	-	47,25
16-17	6	12,5	6,5	-	53,75
17-18	5,5	0	-	5,5	48,25
18-19	5	0	-	5	43,25
19-20	4,5	0	-	4,5	38,75
20-21	4	0	-	4	34,75
21-22	3	0	-	3	31,75
22-23	2	0	-	2	29,75
23-24	1,5	0	-	1,5	28,25
Total	100	100			

Calcul de la capacité minimale nécessaire pour le stockage

D'après le tableau ci-dessus on a :

La fraction horaire du débit maximum journalier ($a = 53,75 - 0 = 53,75$), c.à.d. le besoin de stockage du volume résiduel (V_r) est égal à 54% du débit max journalier (avec : $Q_{\max,j} = 1138.111 \text{ m}^3/\text{j}$) :

$$V_r = \frac{53,75 * 3594,1}{100} = 1931,83 \text{ m}^3$$

En ajoutant le besoin de lutte contre l'incendie de 120 m^3 , la capacité totale (V_T) du stockage sera :

$$V_T = 1931,83 + 120 = 2051,83 \text{ m}^3$$

Pour la commune de Arib nous avons deux réservoirs 500 m^3 et 200 m^3 , donc ne manque un volume nécessaire de stockage pour satisfaire les besoins d'agglomérations à l'horizon d'étude de $(2051,83 - 500 - 200 = 1351,83 \text{ m}^3)$.

De ce fait il faut projeter un autre réservoir d'un volume normalisé de 1500 m^3 .

III.8.Dimensionnement de réservoir projeter

III.8.1.Forme et type du réservoir

Les conditions topographiques (cote terrain naturelle) dans le site des réservoirs sont hydrauliquement favorables (ce qui concerne la charge disponible), donc on opte pour un réservoir **Semi-enterré** de forme **circulaire** car ce type est plus économique.

III.8.2.Dimensions du réservoir

La hauteur de l'eau dans la cuve est comprise entre 3 et 6 m en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importante peuvent présenter des hauteurs d'eau comprise entre 7 et 10 m.

a) Le diamètre de la cuve

On calcule le diamètre de la cuve moyennant par la formule (IV.3) :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot h}} \dots \dots \dots \text{(IV.3)}$$

V_n : capacité normalisée du réservoir (m^3) ($V_n = 1500 \text{ m}^3$).

S : section du réservoir (m^2).

D : diamètre de la cuve (m).

h : hauteur utile optimale d'eau (m), on propose une hauteur de 5 m .

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1500}{\pi \cdot 5}} = 19,54 \text{ m}$$

On prend: $D = 20 \text{ m}$.

b) Réévaluation de la hauteur d'eau (h)

$$h = \frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1500}{\pi \cdot (20)^2}$$

Donc $h = 4.77 \text{ m}$.

c) Section de la cuve

$$S = \frac{V_n}{h} = \frac{1500}{4.77}$$

Alors : $S = 314,47 \text{ m}^2$.

d) La hauteur totale de la cuve

Il faut prévoir un espace appelé revanche où matelas d'air d'une épaisseur variant de 0.25 à 1 (m) au-dessus du plan d'eau :

$$H = h + R$$

H : hauteur totale de la cuve (m).

R : revanche (m), on prend: R = **0.73** m.

$$H = 4.77 + 0.73 = 5.5 \text{ (m)}$$

Donc H = 5 m.

e) Hauteur de la réserve d'incendie

Cette hauteur est calculée en divisant le volume de la réserve d'incendie (120 m³) sur la surface de la cuve.

$$h_{inc} = \frac{V_{inc}}{S}$$

donc :

$$h_{inc} = \frac{120}{314,47} = 0,38 \text{ (m)}$$

III.8.3. Résumé des caractéristiques du réservoir projeté

Le tableau (IV.2) récapitule les différentes propriétés du réservoir projeté :

Tableau IV.2 : caractéristiques du réservoir projeté

Réservoir	Type	Forme du réservoir	Volume (m ³)	h (m)	S (m ²)	D (m)	H (m)
Projeté (R ₃)	Semi-enterré	circulaire	1500	4,77	314,47	20	5,5

III.9.Equipements hydrauliques du réservoir Semi-enterré

III.9.1.Equipements hydrauliques

Un réservoir unique ou compartimenté, doit être équipé par :

- Une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- Une conduite de départ ou de distribution.
- Une conduite de vidange.
- Une conduite de trop-plein.
- Une conduite by-pass.
- Un système de matérialisation d'incendie.

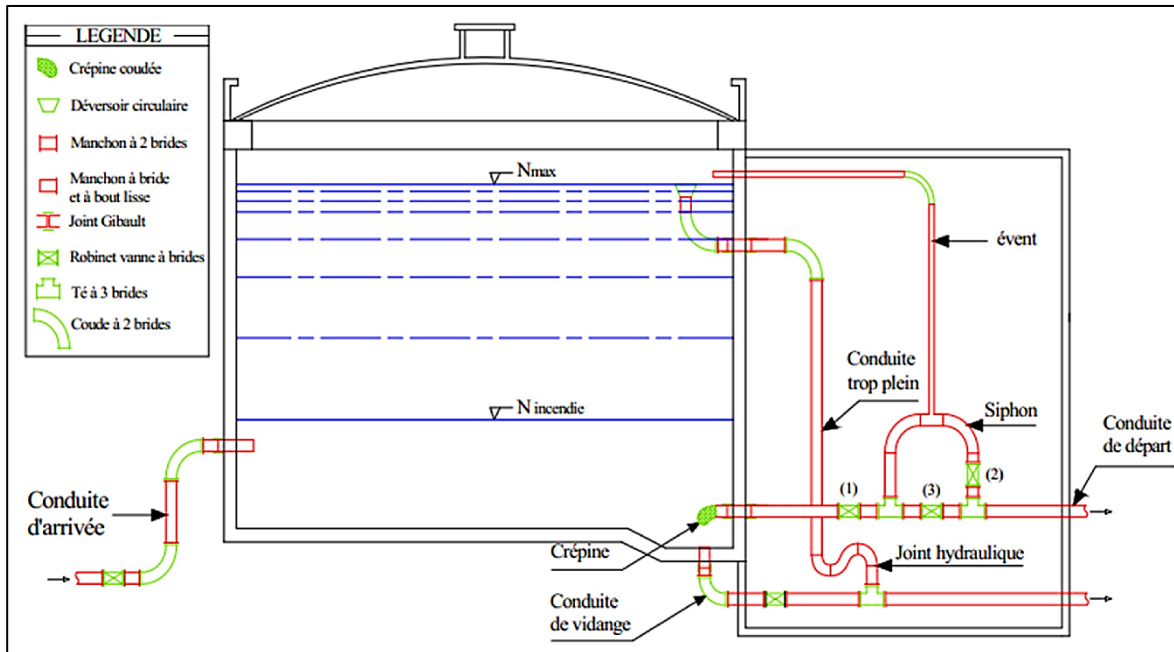


Figure IV.1 : Schéma générale des équipements hydrauliques du réservoir

III.9.1.1.Dispositifs d'alimentation

Il existe 4 méthodes pour l'alimentation d'un réservoir à savoir :

- Arrivée par surverse.
- Arrivée par surverse noyée.
- Arrivée par le bas.
- Arrivée par le fond.

a) Par surverse

Soit avec chute libre soit en plongeant la conduite de façon que son extrémité soit toujours noyée, le premier cas provoque une oxygénation de l'eau mais il libère, facilement le gaz carbonique dissous et par suite il favorise l'entartrage du réservoir et des conduites.

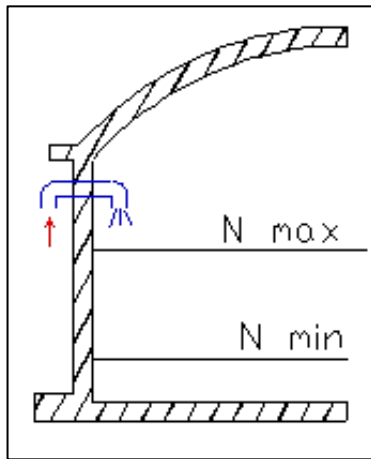


Figure IV.2 : Arrivée par surverse (*Chute libre*)

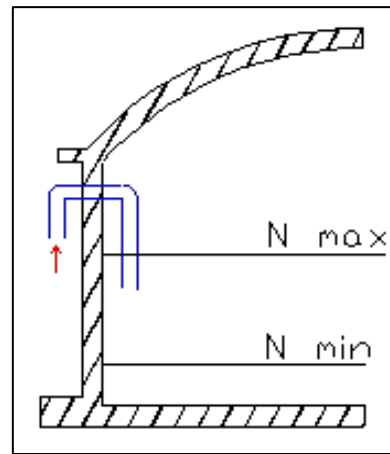


Figure IV.3 : Arrivée par surverse (*Noyée*)

b) Par-dessous

Soit par le bas à travers les parois du réservoir soit par le fond à travers le radier.

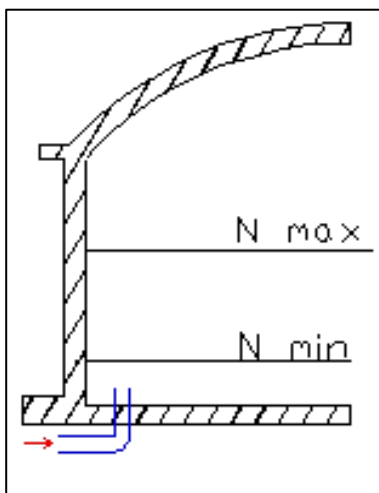


Figure IV.4 : Arrivée par-dessous (*Par le fond*)

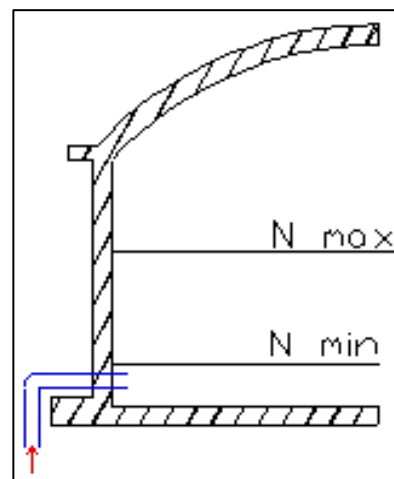


Figure IV.5 : Arrivée par-dessous (*Par le bas*)

- Pour notre réservoir on opte pour une arrivée de la conduite par-dessous (Par le bas) car elle permet le renouvellement de la réserve d'incendie par mélange en créant des perturbations et un écoulement en rouleau et évite l'entartrage de notre réseau.
- La conduite d'arrivée doit toujours être à l'opposé de la conduite de départ pour provoquer le brassage et permettre le renouvellement d'eau par mélange en créant des perturbations et un écoulement par rouleaux.

III.9.1.2. Conduite de départ ou de distribution

- Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.15 ou 0.2 m au-dessus du radier en vue d'éviter d'introduire dans la distribution des boues ou des sables qui éventuellement pourrait se décompter.
- On réserve au minimum 0.5m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite en cas d'abaissement maximal du plan d'eau.
- L'extrémité de la conduite est munie d'une grille ou crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex.
- En cas de rupture de la conduite de distribution et dans l'hypothèse d'un grand réservoir, il faut avoir la possibilité de l'isoler rapidement pour éviter les pertes d'eau en cas de cassure de la conduite de distribution .il pourra être envisagé de rendre automatique la fermeture du robinet en utilisant une vanne-papillon qui se met en marche dès qu'une surtension se manifestera dans la conduite.

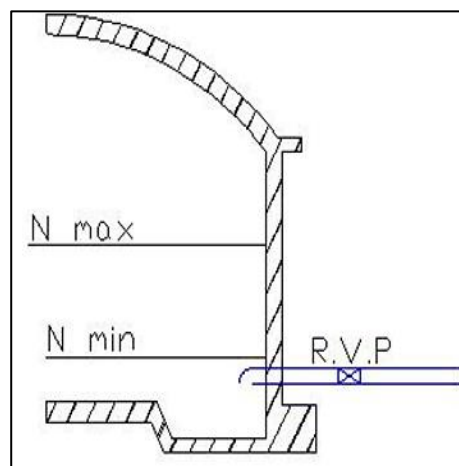


Figure IV. 6 : Conduite de départ

III.9.1.3. Conduite du trop-plein et de vidange

- **Conduite de trop-plein**

Cette conduite a le rôle d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir sans provoquer de déversement dans le cas où la pompe d'alimentation ne se serait pas arrêtée, l'extrémité supérieure de cette conduite est munie d'un entonnoir jouant le rôle d'un déversoir circulaire permettant cette évacuation.

- **Conduite de vidange**

Elle permet la vidange du château d'eau, en cas de nettoyage ou d'éventuelles réparations, il est nécessaire de prévoir la vidange au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein, elle est munie d'un robinet vanne qui doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable qui entraîne une difficulté de manœuvre.

On a intérêt à n'effectuer cette vidange que sur un réservoir préalablement presque vidé en exploitation.

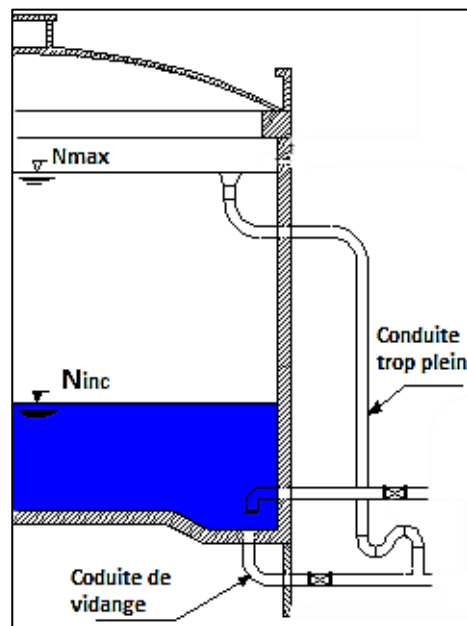


Figure IV.7 : *Emplacement de la conduite de trop-plein et de vidange*

III.9.1.4. Système de matérialisation de la réserve d'incendie

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut en interdire son utilisation, pour cela un système en siphon présente dans la figure (IV.9). C'est une disposition spéciale de la lientérie à adopter au niveau du réservoir, qui permet d'interrompre l'écoulement une fois le niveau de la réserve d'eau consacrée à l'extinction des incendies est atteint. C'est une seule prise et comporte un siphon à évent avec une réserve d'incendie commandée à distance.

Son fonctionnement est le suivant :

- Normal : 3 et 1 ouverts, le 2 est fermé.
- Incendie : il suffit d'ouvrir 1 et 2.

Comme le montre la figure suivante :

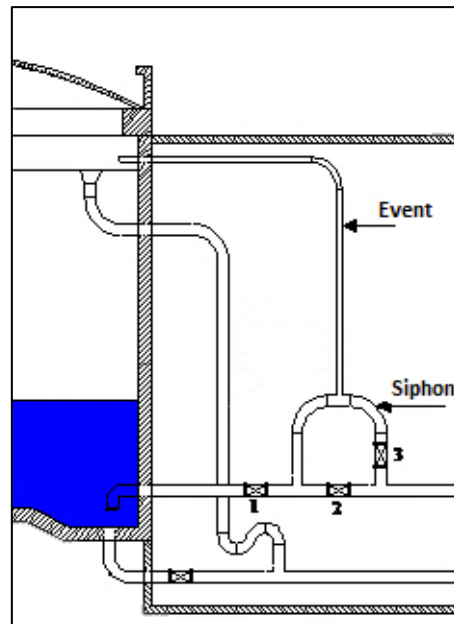


Figure IV.8 : Système de matérialisation d'incendie d'évent

III.9.1.5. Conduite by-pass

Pour assurer la continuité de la distribution, en cas de travaux de maintenance ou dans le cas de vidange de la cuve, on relie la conduite d'adduction à celle de la distribution par un tronçon de conduite appelé By-pass (**figure IV.10**).

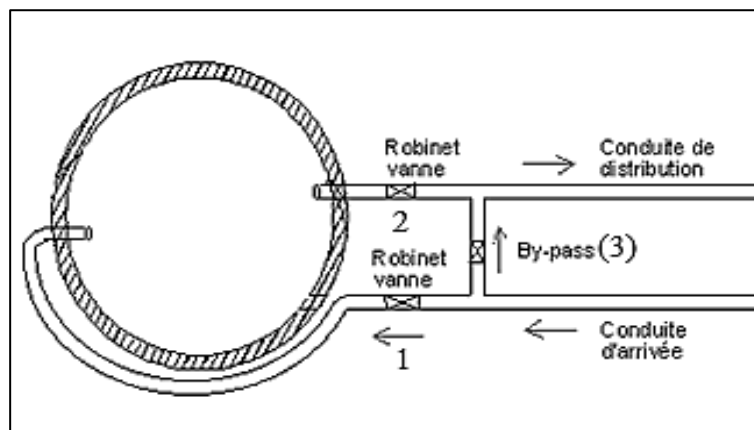


Figure IV.9 : Conduite by-pass

III.9.2. Equipements d'intervention

Les accès aux cuves pour surveillance, entretien ou réparation, doivent être possibles. On prévoit généralement une trappe d'accès pour le personnel (**figure IV.11**) et une trappe spécifique importante pour l'entrée éventuelle du matériel ou/ et des matériaux. Tous les accès (portes, trappes, échelles,..) aux cuves et chambres de vannes doivent être protégés contre les intrusions des personnes étrangères au service.

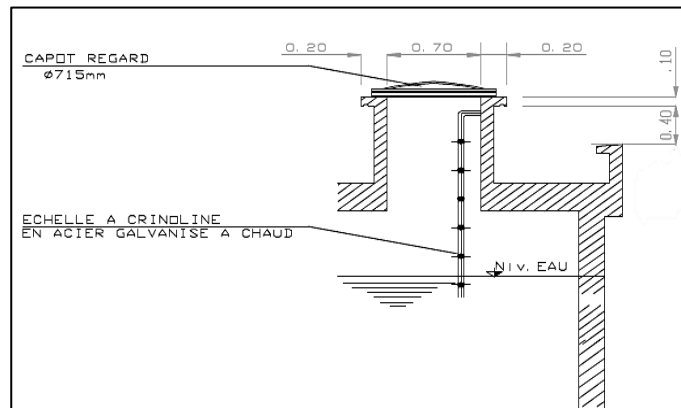


Figure IV.10 : Trappes d'accès

III.9.3. Equipements de nettoyage

- Trappes de visite pour le personnel et le matériel.
- Equipements spéciaux pour le nettoyage.
- Pompe d'alimentation en eau.

III.9.4. Diagnostic et réhabilitation des réservoirs existants

Après la visite que nous avons effectuée sur l'ensemble des réservoirs jumelés R500+R200 (R1 : figure (IV.12) et R2 : figure (IV.13)), nous avons pu constater ce qui suite :

- Les réservoirs sont de type semi-enterré de section circulaire.
- Les réservoirs sont réalisés en béton armé.
- Il y a assez d'espace pour réaliser d'autres réservoirs à côté de l'existant.
- Les réservoirs sont couverts de couche de peinture de couleur blanche et bleu.
- Les réservoirs sont protégés par un mur de clôture avec un fil de fer barbelé.



Figure IV.12: Réservoir et chambre des vannes R1 (200 m³) (25/06/2021)



Figure IV.13: Réservoir R2 (500 m³) (25/06/2021)

Observation

- On remarque les deux réservoirs calés sur une même cote et jumelés en même temps
- Les réservoirs ont été réalisés de façon à être collés a la chambre de manœuvre sans joint de dilatation.
- L'évacuation et le drainage des eaux pluviales sont inexistant.
- Techniquement, tous les réservoirs existants devaient présenter une dalle supérieure sous forme de coupole afin de permettre l'évacuation rapide de la neige et des eaux pluviales, alors que tous les réservoirs ont disposés Arib ont des dalles de couverture plates avec une très légère pente sans aucun système d'évacuation des eaux pluviales.
- L'étanchéité du réservoir n'existe pas de même les vannes ne sont pas protégées à l'aide d'une dalle en béton armé.
- Présence de micro fissures sur les voiles et dalles de couverture.
- Manque d'éclairage intérieur et extérieur.
- Pas d'aménagement autour des réservoirs.
- Les chambres des vannes ne sont pas nettoyées périodiquement.
- Dégradation de la surface des tuyaux en acier galvanisée dans les chambres des vannes.
- Les vannes utilisées sont si vieilles et semblent être dans un état détérioré.
- Le montage des tuyaux aux appareillés est désordonné et ne respecte pas les normes.

- Mauvaise conception des échelles (R500).
- Le "by-pass" entre l'adduction et la distribution est inexistante.

Recommandation

- Nettoyer les chambres des vannes de tous corps étrangers.
- Installer des poteaux d'éclairage autour les ouvrages.
- Rénover les vieilles vannes qui montrent une grosse corrosion.
- Remplacer les tuyaux dégradés à l'intérieur des chambres des vannes.
- Entretien et nettoyage des ouvrages d'une façon régulière.

Conclusion

L'étude des réservoirs effectuée dans ce chapitre a montré que la capacité de stockage actuel est loin de satisfaire les besoins de l'agglomération à l'horizon d'étude (2051), nous allons donc prévoir un autre réservoir d'un volume de 1500m³ pour pallier ce problème.

Tous les réservoirs cités sont en fonctionnement et au bon état mais les chambres des vannes nécessitent des réparations et des entretiens.

Chapitre V :
Projection d'un nouveau
réseau d'AEP

Introduction

Après avoir présente les défaillances du réseau de distribution existant de la commune d'Arib, qui faisant obstacle à une alimentation en eau potable convenable de cette commune, il est nécessaire d'améliorer les conditions de distribution et ce, en projetant un nouveau réseau, selon les conclusions de notre étude de diagnostic.

III.10.Choix du type de réseau

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue trois types de réseaux de distribution : les réseaux ramifiés, les réseaux mailles et les réseaux mixtes.

Dans un but technico-économique, pour une bonne exploitation de l'infrastructure et pour une distribution raisonnable de l'eau, nous avons opté pour un réseau mixte contenant des mailles et des de ramifications.

III.11.Conception du réseau de l'agglomération

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs :

- L'emplacement des habitations.
- L'emplacement des gros consommateurs.
- Le relief.
- Le souci d'assurer un service souple et précis.

III.12.Exigences fondamentales du réseau

- Assurer la distribution des quantités et qualités d'eau nécessaires vers les points de consommation des agglomérations avec une pression acceptable.
- Le prix de revient des ouvrages du système d'alimentation en eau doit être minimum.

III.13.Principe du tracé du réseau

Le tracé se fait comme suite :

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

III.14.Réhabilitation du réseau de distribution

Après avoir évalué les besoins en eau de l'agglomération dans le chapitre II , il nous appartient de faire un choix convenable de réseau. Pour assurer une bonne distribution au consommateur de façon à avoir un débit maximum avec une pression au sol acceptable.

Les modifications apportées consistent à :

- Modifier le schéma du réseau qui alimente la commune et nous projetons un réseau qui couvre les zones d'extension.
- Nous modifions les diamètres pour avoir une bonne répartition des vitesses.

- La réhabilitation implique de rénover les tronçons qui ne s'adaptent pas aux conditions hydrauliques exigées (Pression, vitesse), pour notre cas on doit renouveler tout le réseau de distribution de la commune de Arib.

III.15.Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilise est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (cout et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes ... etc.).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PE (polyéthylène) à haute densité PEHD.

Dans ce projet, on utilisera comme matériau le PEHD vu les avantages qu'il présente :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponibilité sur la marche.
- Une pose de canalisation facile.
- Une surface lisse arrondie pour une meilleure performance hydraulique.

III.16.Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le réseau de distribution projeté pour la commune de Arib sera de type mixte et tient compte des extensions prévus dans le plan d'aménagement à long terme (2051).

La desserte du réseau de distribution de la commune de Arib sera assurée par les trois réservoirs :

- Existants R1 (200 m³) et R2 (500 m³).
- Projeté R3 (1500 m³).

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

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

III.16.1.Cas de pointe

D'après le chapitre II, la consommation maximale horaire de notre agglomération est entre 8h et 12h:

$$Q_{pte} = 585.84 \text{ (m}^3\text{/h)} = 162.73 \text{ (l/s)}$$

Tableau V.1 : Récapitulatif des débits de calcul pour le cas de pointe

Désignation	Valeur
Débit de pointe (Q_{pte})	162.73 (l/s)
Débit concentré (Q_{conc})	0
Débit en route total (Q_r)	162.73 (l/s)
Somme des longueurs des tronçons ($\sum L_i$)	16606 (m)
Débit spécifique (q_{sp})	0.009799 (m/s/ml)

Les résultats relatifs aux calculs des débits en route et aux nœuds pour le cas de pointe sont récapitulés dans le tableau (V.2) :

Tableau V.2 : Calculs des débits routes et nœaux (réseau projeté)

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
1	1-2	12.16	0.119162	0.06
2	2-1	12.16	0.119162	1.39
	2-3	270.75	2.653218	
3	3-2	270.75	2.653218	2.25
	3-4	33.29	0.326226	
	3-3'	155.96	1.528332	
3'	3'-3	155.96	1.528332	0.76
4	4-3	33.29	0.326226	3.67
	4-4'	155.82	1.526960	
	4-5	559.85	5.486256	
4'	4'-4	155.82	1.526960	0.76
5	5-4	559.85	5.486256	3.60
	5-6	27.34	0.267919	
	5-5'	146.74	1.437980	
5'	5'-5	146.74	1.437980	1.61
	5'-5''	131.23	1.285990	
	5'-5'''	49.95	0.489486	
5''	5''-5'	131.23	1.285990	0.64
5'''	5'''-5'	49.95	0.489486	1.03
	5'''-x	15.7	0.153852	
	5'''-v	144.5	1.416029	
V	v-5'''	144.5	1.416029	0.71
X	x-5'''	15.7	0.153852	1.22
	x-w	99.5	0.975051	
	x-z	133.5	1.308235	
W	w-x	99.5	0.975051	0.49
Z	z-x	133.5	1.308235	0.65
6	6-5	27.34	0.267919	0.36
	6-6'	25.77	0.252533	
	6-7	20.33	0.199224	
6'	6'-6	25.77	0.252533	0.13
7	7-6	20.33	0.199224	0.31
	7-7'	25.57	0.250573	
	7-8	17.01	0.166690	
7'	7'-7	25.57	0.250573	0.13
8	8-7	17.01	0.166690	0.31
	8-8'	24.88	0.243812	
	8-9	21.65	0.212159	
8'	8'-8	24.88	0.243812	0.12
9	9-8	21.65	0.212159	0.33
	9-9'	24.95	0.244498	
	9-10	20.62	0.202066	
9'	9'-9	24.95	0.244498	0.12

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
31'	31'-31	97.88	0.959176	0.48
31''	31''-31	39.5	0.387081	3.30
	31''-31'''	188.25	1.844758	
	31''-32	446.12	4.371758	
31'''	31'''-31''	188.25	1.844758	0.92
32	32-31''	446.12	4.371758	3.92
	32-32'	128.11	1.255415	
	32-33	225.13	2.206164	
32'	32'-32	128.11	1.255415	0.63
33	33-32	225.13	2.206164	2.84
	33-33'	242.63	2.377655	
	33-34	112.66	1.104013	
33'	33'-33	242.63	2.377655	1.19
34	34-33	112.66	1.104013	2.20
	34-34'	210.91	2.066815	
	34-35	125.23	1.227193	
34'	34'-34	210.91	2.066815	1.03
35	35-34	125.23	1.227193	2.44
	35-18	200	1.959902	
	35-35'	172.78	1.693160	
35'	35'-35	172.78	1.693160	0.85
36	36-30	10.52	0.103091	3.64
	36-37	357.55	3.503815	
	36-50	374.83	3.673151	
37	37-36	357.55	3.503815	3.42
	37-37'	61.44	0.602082	
	37-38	279.96	2.743471	
37'	37'-37	61.44	0.602082	0.30
38	38-37	279.96	2.743471	1.94
	38-38'	111.19	1.089608	
	38-39	5.27	0.051643	
38'	38'-38	111.19	1.089608	0.54
39	39-38	5.27	0.051643	0.82
	39-39'	93.43	0.915568	
	39-40	68.96	0.675774	
39'	39'-39	93.43	0.915568	1.48
	39'-39''	100.96	0.989359	
	39'-39'''	106.67	1.045314	
39''	39''-39'	100.96	0.989359	0.49
39'''	39'''-39'	106.67	1.045314	0.52
40	40-39	68.96	0.675774	2.10
	40-40'	77.09	0.755444	
	40-41	283.39	2.777083	

Tableau V.3 : Calculs des débits routes et nodaux (réseau projeté)(suite)

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
10	10-9	20.62	0.202066	0.34
	10-10'	25.18	0.246752	
	10-11	24.54	0.240480	
10'	10'-10	25.18	0.246752	0.12
11	11-10	24.54	0.240480	0.63
	11-11'	14.46	0.141701	
	11-11''	25.13	0.246262	
	11-12	64.94	0.636380	
11'	11'-11	14.46	0.141701	0.07
11''	11''-11	25.13	0.246262	0.12
12	12-11	64.94	0.636380	1.03
	12-12'	95.17	0.932619	
	12-13	50.02	0.490172	
12'	12'-12	95.17	0.932619	0.76
	12'-12''	13.84	0.135625	
	12'-12'''	46.68	0.457441	
12''	12''-12'	13.84	0.135625	0.07
12'''	12'''-12'	46.68	0.457441	0.23
13	13-12	50.02	0.490172	1.11
	13-13'	91.88	0.900379	
	13-14	84.98	0.832762	
13'	13'-13	91.88	0.900379	0.45
14	14-13	84.98	0.832762	0.53
	14-a	22.25	0.218039	
a	a-14	22.25	0.218039	0.58
	a-b	68.27	0.669013	
	a-c	27.11	0.265665	
b	b-a	68.27	0.669013	0.33
c	c-a	27.11	0.265665	0.89
	c-d	59.6	0.584051	
	c-e	94.23	0.923408	
d	d-c	59.6	0.584051	0.29
e	e-c	94.23	0.923408	1.46
	e-f	54.35	0.532603	
	e-h	149.48	1.464831	
f	f-e	54.35	0.532603	1.84
	f-g	183.12	1.794486	
	f-i	137.3	1.345473	
g	g-f	183.12	1.794486	0.90
h	h-e	149.48	1.464831	0.73
i	i-f	137.3	1.345473	2.39
	i-m	137.39	1.346355	
	i-n	213.96	2.096703	

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
40'	40'-40	77.09	0.755444	0.38
41	41-40	283.39	2.777083	2.03
	41-41'	119.62	1.172218	
	41-42	11.5	0.112694	
41'	41'-41	119.62	1.172218	0.59
42	42-41	11.5	0.112694	0.83
	42-43	158.28	1.551067	
43	43-42	158.28	1.551067	1.71
	43-43'	129.31	1.267175	
	43-44	60.75	0.595320	
43'	43'-43	129.31	1.267175	0.63
44	44-43	60.75	0.595320	1.47
	44-44'	170.26	1.668465	
	44-45	68.44	0.670679	
44'	44'-44	170.26	1.668465	0.83
45	45-44	68.44	0.670679	0.92
	45-45'	32.82	0.321620	
	45-46	86.35	0.846188	
45'	45'-45	32.82	0.321620	0.16
46	46-45	86.35	0.846188	1.01
	46-k	120.55	1.181331	
k	k-46	120.55	1.181331	1.68
	k-p	91.83	0.899889	
p	k-j	130.6	1.279816	0.45
	p-k	91.83	0.899889	
j	j-k	130.6	1.279816	1.51
	j-q	72.32	0.708701	
	j-s	104.75	1.026499	
s	s-j	104.75	1.026499	1.87
	s-y	76.56	0.750251	
	s-t	201.23	1.971956	
q	q-j	72.32	0.708701	1.37
	q-r	52.05	0.510065	
	q-u	155.44	1.523236	
r	r-q	52.05	0.510065	0.26
u	u-q	155.44	1.523236	0.76
y	y-s	76.56	0.750251	0.38
t	t-s	201.23	1.971956	0.99
46	46-47	146.31	1.433766	0.72
47	47-46	146.31	1.433766	1.14
	47-47'	63.08	0.618153	
	47-48	23.63	0.231562	
47'	47'-47	63.08	0.618153	0.31

Tableau V.4 : Calculs des débits routes et nodaux (réseau projeté)(suite)

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)	Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
m	m-i	137.39	1.346355	0.67	48	48-47	23.63	0.231562	0.62
n	n-i	213.96	2.096703	1.05		48-48'	62.24	0.609922	
14	14-15	449.7	4.406840	2.20		48-49	39.77	0.389727	
15	15-14	449.7	4.406840	3.38	48'	48'-48	62.24	0.609922	0.30
	15-16	80.97	0.793466		49	49-48	39.77	0.389727	2.15
16	15-31	159.26	1.560670	1.69		49-24	335.4	3.286756	
	16-15	80.97	0.793466		49-49'	63.05	0.617859		
	16-16'	212.28	2.080240		50	49'	49'-49	63.05	0.617859
16-17	51.15	0.501245	51	50-36		374.83	3.673151	2.78	
16'	16'-16	212.28		2.080240	50-51	41.48	0.406484		
17	17-16	51.15	0.501245	1.58	50-56	150.17	1.471593	1.13	
	17-17'	208.54	2.043590		51'	51-50	41.48		0.406484
	17-18	63.78	0.625013			51-51'	144.47		1.415735
17'	17'-17	208.54	2.043590	1.02	51-52	44.13	0.432452	0.71	
18	18-17	63.78	0.625013	1.49	51'	51'-51	144.47		1.415735
	18-19	41	0.401780		52	52-51	44.13	0.432452	1.12
	18-35	200	1.959902			52-52'	142.73	1.398684	
19	19-18	41	0.401780	0.77	52-53	41.15	0.403250	0.70	
	19-19'	116.21	1.138801		52'	52'-52	142.73		1.398684
19'	19'-19	116.21	1.138801	1.39	53	53-52	41.15	0.403250	1.17
	19'-19''	71.09	0.696647			53-53'	154.01	1.509223	
	19'-30	97.05	0.951043			53-54	42.64	0.417851	
19''	19''-19'	71.09	0.696647	0.35	53'	53'-53	154.01	1.509223	0.75
20	20-20'	52.28	0.512318	0.44	54	54-53	42.64	0.417851	1.83
	20-21	37	0.362582			54-55	26.82	0.262823	
20'	20'-20	52.28	0.512318	0.26		54-54'	303.81	2.977189	
21	21-20	37	0.362582	0.73	54'	54'-54	303.81	2.977189	1.49
	21-21'	73.2	0.717324		55	55-54	26.82	0.262823	2.37
	21-22	38.59	0.378163			55-55''	182.5	1.788411	
21'	21'-21	73.2	0.717324	0.36	55-55'	274.55	2.690456	1.35	
22	22-21	38.59	0.378163	0.82	55'	55'-55	274.55		2.690456
	22-22'	89.16	0.873724		55''	55''-55	182.5	1.788411	0.89
	22-23	39.16	0.383749		56	56-50	150.17	1.471593	1.56
22'	22'-22	89.16	0.873724	56-57		46.56	0.456265		
23	23-22	39.16	0.383749	1.27	56-56'	120.89	1.184663	0.59	
	23-23'	95.64	0.937225		56'	56'-56	120.89		1.184663
	23-24	124.76	1.222587			57	57-56		46.56
23'	23'-23	95.64	0.937225	0.47	57-57'		59.15	0.579641	
24	24-23	124.76	1.222587	2.98	57-58	47.06	0.461165	0.29	
	24-25	148.5	1.455227		57'	57'-57	59.15		0.579641
	24-49	335.4	3.286756			58	58-57		47.06
25	25-24	148.5	1.455227	1.18	58-58'		114	1.117144	
	25-25'	53.41	0.523392		58-59	26.64	0.261059		
	25-26	38.86	0.380809		58'	58'-58	114	1.117144	0.56

Tableau V.5 : Calculs des débits routes et nœaux (réseau projeté)(suite)

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
25'	25'-25	53.41	0.523392	0.26
26	26-25	38.86	0.380809	0.67
	26-26'	59.78	0.585815	
	26-27	38.44	0.376693	
26'	26'-26	59.78	0.585815	0.29
27	27-26	38.44	0.376693	0.74
	27-27'	71.89	0.704487	
	27-28	40.28	0.394724	
27'	27'-27	71.89	0.704487	0.35
28	28-27	40.28	0.394724	0.75
	28-28'	73.47	0.719970	
	28-29	39.95	0.391490	
28'	28'-28	73.47	0.719970	0.36
29	29-28	39.95	0.391490	1.01
	29-29'	77.65	0.760932	
	29-30	88.7	0.869217	
	29-30	88.7	0.869217	
29'	29'-29	77.65	0.760932	0.38
30	30-29	88.7	0.869217	0.96
	30-19'	97.05	0.951043	
	30-36	10.52	0.103091	
31	31-15	159.26	1.560670	1.45
	31-31'	97.88	0.959176	
	31-31''	39.5	0.387081	

Nœud	Tronçons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
59	59-58	26.64	0.261059	2.71
	59-59'	100.35	0.983381	
	59-60	426.7	4.181451	
59'	59'-59	100.35	0.983381	0.49
60	60-59	426.7	4.181451	2.34
	60-61	29.2	0.286146	
	60-62	21.1	0.206770	
61	61-60	29.2	0.286146	1.36
	61-61'	138.57	1.357918	
	61-61''	108.91	1.067265	
61'	61'-61	138.57	1.357918	0.68
61''	61''-61	108.91	1.067265	0.53
62	62-60	21.1	0.206770	0.78
	62-62'	74.1	0.726144	
	62-63	63.08	0.618153	
62'	62'-62	74.1	0.726144	0.36
63	63-62	63.08	0.618153	0.83
	63-63'	67.08	0.657351	
	63-64	38.34	0.375713	
63'	63'-63	67.08	0.657351	0.33
64	64-63	38.34	0.375713	1.40
	64-64'	211.87	2.076222	
	64-64''	34.91	0.342101	
64'	64'-64	211.87	2.076222	1.04
64''	64''-64	34.91	0.342101	0.17

Cas de pointe + incendie

Dans ce cas le calcul des débits se fait de la même manière que pour le cas de pointe seulement on suppose que le débit d'incendie donne par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud N61' avec une cote de terrain de 90.53 m donc la demande au niveau des nœuds reste inchangée sauf au nœud N61' qui devient 17.68l/s.

III.17.Simulation hydraulique du réseau projeté

III.17.1.Cas de pointe

Tableau V.6 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
q	110.44	1.37	21.08
u	110.00	0.76	17.34
j	109.21	1.51	25.06
D45	119.86	0.92	17.82
D45'	120.65	0.16	16.88
D44	121.92	1.47	15.8
D44'	113.98	0.83	18.34

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
D22'	111.08	0.44	22.08
D23	112.11	1.27	23.88
D23'	111.26	0.47	21.6
D31	110.65	1.45	23.99
D31'	108.52	0.48	22.79
D31''	111.15	3.3	23.02
D31'''	116.41	0.92	10.54

Tableau V.7 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)	Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
D39'	113.00	1.48	20.52	D48	119.86	0.62	20.52
D39'''	118.44	0.52	10.86	D47	119.59	1.14	20.88
D34	105.18	2.2	25.76	D24	113.38	2.98	23.77
D35	101.63	2.44	31.21	D49	119.45	2.15	20.45
D33	106.52	2.84	23.63	D41	121.00	2.03	18.1
D5'	118.13	1.61	22.56	D42	121.58	0.83	17.57
D5''	118.90	0.64	19.22	D40	115.79	2.1	20.43
D5	121.37	3.6	19.98	D39	114.94	0.82	20.83
l	118.84	2.39	19.17	D18	111.31	1.49	24.38
m	115.71	0.67	19.37	D16	113.77	1.69	22.74
f	118.87	1.84	19.66	D15	116.71	3.38	20.54
g	114.17	0.9	17.62	D17	112.87	1.58	23.24
c	120.56	0.89	19.06	D32	109.40	3.92	22.6
e	122.88	1.46	15.93	D13	117.49	1.11	22.97
a	120.83	0.58	19.08	D12	123.06	1.03	17.56
D14	120.03	0.53	20.16	D11	125.97	0.63	14.89
D37	108.38	3.42	26.4	D10	124.73	0.34	16.21
D38	113.62	1.94	22.14	D9	123.83	0.33	17.19
D36	101.93	3.64	30.95	D8	123.13	0.31	17.97
D53	95.17	1.17	31.92	D7	122.57	0.31	18.59
D54	94.70	1.83	31.86	D6	121.99	0.36	19.25
D54'	91.07	1.49	26.01	D46	118.09	1.01	19.59
D55	95.40	2.37	30.21	D43	120.91	1.71	17
D55'	93.10	1.35	11.11	D2	147.90	1.39	13.21
D55''	92.80	0.89	26.23	D4	147.50	3.67	14.1
D64	93.55	1.4	24	D3	147.82	2.25	14.29
D64''	93.94	0.17	23.43	D1	147.95	0.06	13.18
D64'	90.72	0.33	23.23	D12'	119.56	0.76	16.32
D63	93.05	0.83	25.12	D12''	119.01	0.07	16.82
D63'	92.01	0.33	25.01	D12'''	119.61	0.23	14.84
D62	92.32	0.78	28.28	D13'	119.06	0.45	18.62
D62'	90.97	0.36	28.15	s	108.43	1.87	21.34
D60	91.78	2.34	29.45	t	107.35	0.99	13.59
D61	91.61	1.36	28.8	34'	110.22	1.03	10.76
D62''	90.31	0.53	25.65	D16'	106.59	1.04	19.71
D61'	90.53	0.68	26.85	D11'	126.26	0.07	14.54
D59	96.04	2.71	32.17	D17'	109.34	1.02	17.09
D59'	94.79	0.49	29.88	n	112.96	1.05	14.57
D58	95.81	0.92	32.82	w	115.89	0.49	23.16
D58'	94.22	0.56	29.24	z	117.95	0.65	19.21
D57	95.25	0.75	33.46	x	117.40	1.22	22.77
D57'	94.48	0.29	33.44	D49'	120.15	0.31	18.8
D56	94.68	1.56	34.14	D48'	120.03	0.3	19.47
D56'	92.84	0.59	29.94	D47'	119.64	0.31	19.87

Tableau V.8 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite)

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
D53'	93.01	0.75	30.05
D52	95.63	1.12	32.24
D52'	93.53	0.7	31.05
D51	96.11	1.13	32.37
D51'	94.09	0.71	30.96
D50	96.49	2.78	32.74
D29	103.07	1.01	31.18
D29'	107.01	0.38	25.52
D28	103.96	0.75	30.99
D28'	109.11	0.36	24.38
D27	105.49	0.74	29.72
D27'	110.18	0.35	23.66
D26	105.94	0.67	29.54
D26'	110.49	0.29	24.18
D25	106.13	1.18	29.66
D25'	109.75	0.26	25.45
D19'	105.56	1.39	28.4
D30	102.11	0.96	30.87
D19''	103.29	0.35	29.32
D19	109.81	0.77	25.54
D20	109.66	0.44	25.79
D20'	108.54	0.26	26.34
D21	109.54	0.73	26.03
D21'	110.31	0.36	23.8
D22	110.32	0.82	25.43

Noeud	Elevation(m)	Qn (l/s)	Pression (m.c.e)
d	119.33	0.29	19.49
D35'	101.93	0.85	25.19
b	123.93	0.33	14.81
D11''	125.85	0.12	14.77
D10'	125.57	0.12	15.14
D9'	124.24	0.12	16.55
D8'	124.35	0.12	16.52
D7'	123.02	0.13	17.86
D6'	122.50	0.13	18.47
D4'	139.56	3.67	0.23
D3'	141.46	0.76	10.36
K	117.70	1.68	17.94
D43'	118.51	0.63	16.95
D41'	117.20	0.59	15.93
r	109.93	0.26	19.58
D38'	110.09	0.54	20.96
y	110.39	0.38	17.69
D37'	108.25	0.3	25.65
h	117.24	0.73	10.5
D33'	105.03	1.19	10.14
D39''	111.10	0.49	18.84
D32'	111.07	0.63	18.49
D5'''	117.49	1.03	23.02
D40'	115.68	0.38	18.84
v	117.50	0.71	19.92
p	111.50	0.45	21.39

Les vitesses et les pertes de charges dans le réseau projeté (cas de pointe) sont données dans le tableau (V.9) :

Tableau V.9 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Long ueur (m)	diamètre intérieur (mm)	diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p1	q	u	155.4	34	40	0.76	0.84	0.026
p3	D45	D45'	32.82	27.2	32	0.16	0.28	0.031
p4	D44	D44'	170.3	34	40	0.83	0.91	0.025
p5	D39'	D39'''	106.7	27.2	32	0.52	0.89	0.026
p6	D34	D35	125.2	79.2	90	-5.16	1.05	0.022
p7	D33	D34	112.7	63.8	75	-1.93	0.6	0.024
p8	D5'	D5''	131.2	34	40	0.64	0.7	0.026
p10	l	m	137.4	34	40	0.67	0.74	0.026
p11	f	l	137.3	96.8	110	4.11	0.56	0.023
p13	c	e	94.23	110.2	125	9.04	0.95	0.021
p15	D14	a	22.26	110.2	125	11.13	1.17	0.02

Tableau V.10 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p16	D37	D38	280	141	160	-10.67	0.68	0.021
p17	D36	D37	357.6	110.2	125	-6.95	0.73	0.021
p18	D53	D54	42.64	96.8	110	7.93	1.08	0.021
p19	D54	D54'	303.8	42.6	50	1.49	1.05	0.024
p20	D55	D55'	274.5	34	40	1.35	1.49	0.024
p21	D55	D55''	182.5	34	40	0.89	0.98	0.025
p22	D54	D55	26.83	63.8	75	4.61	1.44	0.021
p23	D64	D64''	34.91	27.2	32	0.17	0.29	0.031
p24	D64	D64'	211.9	27.2	32	0.33	0.57	0.028
p25	D63	D64	38.34	53.6	63	1.9	0.84	0.024
p26	D63	D63'	67.08	27.2	32	0.33	0.57	0.028
p27	D62	D63	63.08	53.6	63	3.06	1.36	0.022
p28	D62	D62'	74.1	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p29	D60	D62	21.1	63.8	75	4.2	1.31	0.022
p30	D61	D62''	108.9	27.2	32	0.53	0.91	0.026
p31	D61	D61'	138.6	34	40	0.68	0.75	0.026
p32	D60	D61	29.21	53.6	63	2.57	1.14	0.023
p33	D59	D59'	100.4	27.2	32	0.49	0.84	0.027
p34	D58	D58'	114	27.2	32	0.56	0.96	0.026
p35	D57	D57'	59.15	27.2	32	0.29	0.5	0.029
p36	D56	D56'	120.9	27.2	32	0.59	1.02	0.026
p37	D59	D60	426.7	110.2	125	9.11	1.24	0.02
p38	D58	D59	26.64	110.2	125	12.31	1.29	0.02
p39	D57	D58	47.06	176.2	200	13.79	0.57	0.021
p40	D56	D57	46.56	176.2	200	14.83	0.61	0.02
p41	D53	D53'	154	34	40	0.75	0.83	0.026
p42	D52	D52'	142.7	34	40	0.7	0.77	0.026
p43	D51	D51'	144.5	34	40	0.71	0.78	0.026
p44	D50	D56	150.2	176.2	200	16.98	0.7	0.02
p45	D52	D53	41.15	96.8	110	9.85	1.34	0.02
p46	D51	D52	44.13	110.2	125	11.67	1.22	0.02
p47	D50	D51	41.49	110.2	125	13.51	1.42	0.019
p48	D36	D50	374.8	176.2	200	33.27	1.36	0.018
p49	D29	D29'	77.65	27.2	32	0.38	0.65	0.028
p50	D28	D28'	73.48	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p51	D27	D27'	71.89	27.2	32	0.35	0.6	0.028
p52	D26	D26'	59.78	27.2	32	0.29	0.5	0.029
p53	D25	D25'	53.41	27.2	32	0.26	0.45	0.029
p54	D19'	D30	97.05	141	160	18.97	1.21	0.019
p55	D19'	D19''	71.1	27.2	32	0.35	0.6	0.028
p56	D19	D19'	116.2	141	160	20.71	1.33	0.019
p57	D20	D20'	52.28	27.2	32	0.26	0.45	0.029

Tableau V.2 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p58	D21	D21'	73.21	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p59	D22	D22'	89.16	27.2	32	0.44	0.76	0.027
p60	D23	D23'	95.65	27.2	32	0.47	0.81	0.027
p61	D31	D31'	97.88	27.2	32	0.48	0.83	0.027
p62	D31''	D31'''	188.2	34	40	0.92	1.01	0.025
p63	D48	D47	23.63	220.4	250	-33.71	0.88	0.019
p65	D24	D49	335.4	176.2	200	-30.33	1.24	0.018
p66	D41	D42	11.5	176.2	200	-21.56	0.88	0.019
p67	D40	D41	283.4	141	160	-18.94	1.21	0.019
p68	D39	D40	57.55	141	160	-16.46	1.05	0.02
p70	D30	D36	10.52	176.2	200	29.96	1.23	0.018
p71	D29	D30	88.71	110.2	125	11.95	1.25	0.02
p72	D28	D29	39.95	110.2	125	13.34	1.4	0.02
p73	D27	D28	40.28	141	160	14.45	0.93	0.02
p74	D26	D27	38.44	141	160	15.54	1	0.02
p75	D25	D26	38.86	141	160	16.5	1.06	0.02
p76	D24	D25	148.5	141	160	17.94	1.15	0.019
p77	D23	D24	124.8	110.2	125	-9.4	0.99	0.021
p78	D22	D23	39.16	110.2	125	-7.66	0.8	0.021
p79	D21	D22	38.59	110.2	125	-6.4	0.67	0.022
p80	D20	D21	37.01	110.2	125	-5.31	0.56	0.022
p81	D19	D20	39.53	110.2	125	-4.61	0.48	0.023
p82	D18	D19	41.01	141	160	16.86	1.08	0.019
p83	D16	D15	80.97	176.2	200	-32.13	1.32	0.018
p84	D17	D16	51.15	176.2	200	-29.4	1.21	0.018
p85	D18	D17	63.79	176.2	200	-26.8	1.1	0.019
p86	D35	D18	200	96.8	110	-8.45	1.15	0.021
p87	D32	D33	225.1	63.8	75	2.1	0.66	0.024
p88	D31''	D32	446.1	110.2	125	6.65	0.7	0.022
p89	D31	D31''	39.51	110.2	125	10.87	1.14	0.02
p90	D15	D31	159.3	110.2	125	12.8	1.34	0.02
p91	D14	D15	449.7	220.4	250	48.31	1.27	0.018
p92	D13	D14	84.99	277.6	315	59.97	0.99	0.018
p93	D12	D13	50.02	277.6	315	61.53	1.02	0.018
p94	D11	D12	64.95	277.6	315	63.62	1.05	0.017
p95	D10	D11	24.54	277.6	315	64.44	1.06	0.017
p96	D9	D10	20.62	277.6	315	64.9	1.07	0.017
p97	D8	D9	21.65	277.6	315	65.35	1.08	0.017
p98	D7	D8	17.02	277.6	315	65.78	1.09	0.017
p99	D6	D7	20.34	277.6	315	66.22	1.09	0.017
p100	D5	D6	27.34	277.6	315	66.71	1.1	0.017
p101	D47	D5	153.1	220.4	250	-45.05	1.18	0.018

Tableau V.3 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p102	D46	D47	146.3	96.8	110	-9.89	1.34	0.02
p104	D44	D45	68.45	96.8	110	1.47	0.2	0.027
p105	D43	D44	60.76	96.8	110	3.77	0.51	0.023
p106	D42	D43	158.3	96.8	110	6.11	0.83	0.022
p107	D2	D42	757	176.2	200	28.5	1.17	0.019
p108	D4	D5	559.9	352.6	400	121.71	1.25	0.016
p109	D3	D4	33.3	352.6	400	129.05	1.32	0.016
p110	D2	D3	270.8	352.6	400	132.06	1.35	0.016
p111	D1	D2	12.16	352.6	400	161.95	1.66	0.016
p112	D12'	D12''	13.84	21	25	0.07	0.2	0.034
p113	D12'	D12'''	46.69	21	25	0.23	0.66	0.029
p114	D12	D12'	95.18	34	40	1.06	1.17	0.024
p115	D13	D13'	91.88	27.2	32	0.45	0.77	0.027
p116	s	t	201.2	34	40	0.99	1.09	0.025
p117	34'	D34	210.9	34	40	-1.03	1.13	0.024
p118	D16	D16'	212.3	34	40	1.04	1.15	0.024
p119	D11	D11'	14.47	21	25	0.07	0.2	0.034
p120	D17	D17'	208.5	34	40	1.02	1.12	0.025
p121	l	n	214	34	40	1.05	1.16	0.024
p125	D49	D49'	63.05	27.2	32	0.31	0.53	0.028
p127	D47'	D47	63.08	27.2	32	-0.31	0.53	0.028
p129	D35'	D35	172.8	34	40	-0.85	0.94	0.025
p132	D11''	D11	25.13	21	25	-0.12	0.35	0.032
p133	D10'	D10	25.18	21	25	-0.12	0.35	0.032
p134	D9'	D9	24.96	21	25	-0.12	0.35	0.032
p135	D8'	D8	24.88	21	25	-0.12	0.35	0.032
p136	D7'	D7	25.58	21	25	-0.13	0.38	0.031
p137	D6'	D6	25.77	21	25	-0.13	0.38	0.031
p138	D4	D4'	155.8	63.8	75	3.67	1.15	0.022
p139	D3	D3'	156	27.2	32	0.76	1.31	0.025
p141	D43	D43'	129.3	34	40	0.63	0.69	0.026
p142	D41'	D41	119.6	27.2	32	-0.59	1.02	0.026
p144	q	r	52.05	21	25	0.26	0.75	0.028
p145	D38	D38'	111.2	27.2	32	0.54	0.93	0.026
p148	D37	D37'	61.44	27.2	32	0.3	0.52	0.029
p150	D33	D33'	242.6	34	40	1.19	1.31	0.024
p151	D39	D39'	85.32	53.6	63	2.49	1.1	0.023
p152	D39''	D39'	101	27.2	32	-0.49	0.84	0.027
p153	D32	D32'	128.1	34	40	0.63	0.69	0.026
p155	D40'	D40	77.09	27.2	32	-0.38	0.65	0.028
1	D1	1	12.16	352.6	400	-162.01	1.66	0.016
3	x	z	150	34	40	0.65	0.72	0.026

Tableau V.4 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
4	K	p	91	27.2	32	0.45	0.77	0.027
5	w	x	94	34	40	-0.49	0.54	0.027
6	x	D5'''	13.84	53.6	63	-2.36	1.05	0.023
7	D5'''	v	130	34	40	0.71	0.78	0.026
8	j	q	112.74	53.6	63	2.39	1.06	0.023
9	D48	D48'	62.24	27.2	32	0.3	0.52	0.029
11	D5	D5'	146.7	110.2	125	6.35	0.67	0.022
12	D5'	D5'''	49.96	96.8	110	4.1	0.56	0.023
13	e	f	54.36	110.2	125	6.85	0.72	0.022
14	f	g	183.1	34	40	0.9	0.99	0.025
15	a	c	27.11	110.2	125	10.22	1.07	0.02
16	c	d	59.61	27.2	32	0.29	0.5	0.029
17	D49	D48	51	176.2	200	-32.79	1.34	0.018
18	D39	D38	5.27	176.2	200	13.15	0.54	0.021
19	D45	D46	86.35	96.8	110	0.39	0.05	0.032
20	K	D46	120.6	96.8	110	-9.27	1.26	0.02
21	a	b	68.28	27.2	32	0.33	0.57	0.028
22	j	K	130.6	96.8	110	-7.14	0.97	0.021
23	j	s	104.8	53.6	63	3.24	1.44	0.022
24	h	e	149.5	27.2	32	-0.73	1.26	0.025
25	y	s	76.56	27.2	32	-0.38	0.65	0.028

Les résultats obtenus pour les pressions et les vitesses sont représentés dans les figures (V.1) et (V.2) qui suivent :

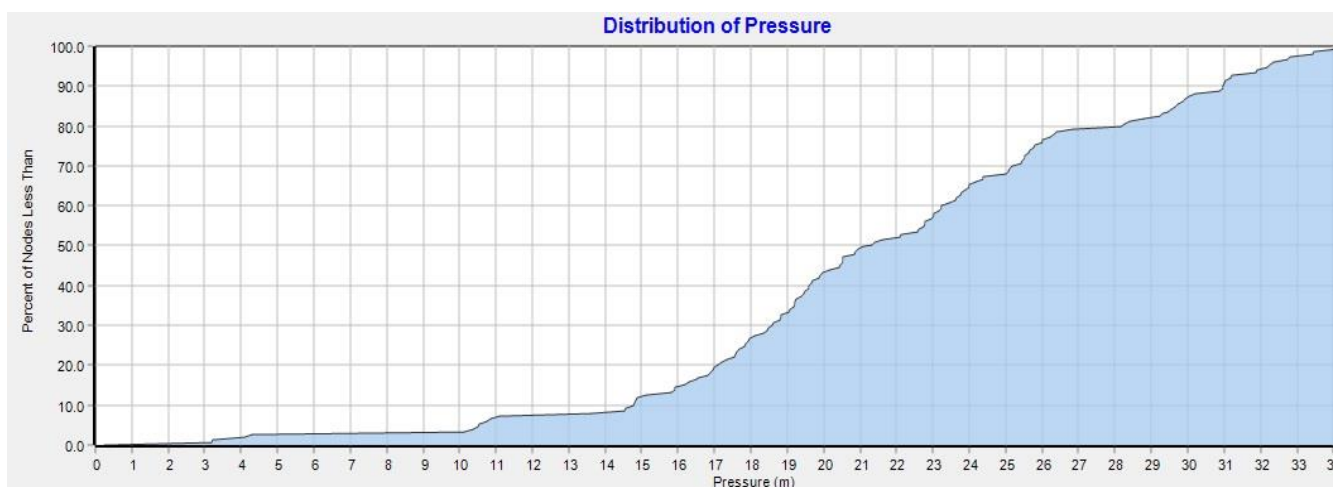


Figure V.1 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe)

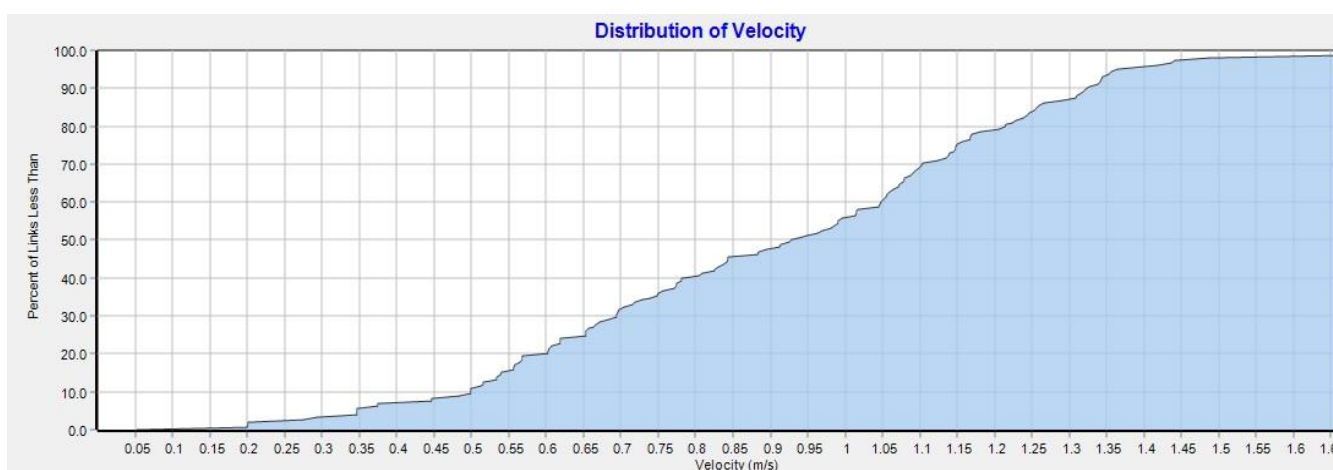


Figure V.2 : Distribution des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe)

Observations

- Bonne distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe), tous les nœuds avoir des pressions supérieures à 1 bar (10 m.c.e), et sont distribuée entre 10 et 34 m.c.e
- les vitesses faibles (environ 10 % du réseau a des vitesses inférieures à 0,5 m/s).

Interprétation des résultats de simulation

- Le fonctionnement du réseau projeté dans le cas de pointe est meilleur a ce de réseau existant, les nouveaux diamètres permettront d'augmenter les vitesses les plus faibles pour les régions qui avaient des problèmes de vitesse, mais il existe encore un problème de vitesse dans certaines parties du réseau c'est pourquoi nous devons proposer une solution à ce problème.
- Les résultats du tableau montrent que les pressions sont bien réparties dans le réseau, et sont généralement comprises entre 1 et 3.4 bars dans tous les nœuds.
- On enregistre des vitesses acceptables dans la majorité des tronçons.

III.17.2.Cas de pointe + incendie

Les cotes piézométriques et les pressions aux nœuds dans le cas de pointe + incendie sont données par le tableau (V.14) après la simulation:

Tableau V.5 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)

Noeud	Elévation (m)	Débit nodale (l/s)	Pression (m.c.e)
q	110.44	1.37	18.71
u	110.00	0.76	14.96
j	109.21	1.51	22.69
D45	119.86	0.92	15.44
D45'	120.65	0.16	14.51
D44	121.92	1.47	13.41
D44'	113.98	0.83	15.96
D39'	113.00	1.48	16.74
D39'''	118.44	0.52	7.09
D34	105.18	2.2	22.07
D35	101.63	2.44	27.42
D33	106.52	2.84	20.06
D5'	118.13	1.61	20.57
D5''	118.90	0.64	17.23
D5	121.37	3.6	17.99
l	118.84	2.39	16.91
m	115.71	0.67	17.12
f	118.87	1.84	17.41
g	114.17	0.9	15.37
c	120.56	0.89	16.8
e	122.88	1.46	13.67
a	120.83	0.58	16.82
D14	120.03	0.53	17.91
D37	108.38	3.42	21.94
D38	113.62	1.94	18.36
D36	101.93	3.64	24.37
D53	95.17	1.17	21.15
D54	94.70	1.83	21.09
D54'	91.07	1.49	15.23
D55	95.40	2.37	19.43
D55'	93.10	1.35	10.33
D55''	92.80	0.89	15.46
D64	93.55	1.4	32.25
D64''	93.94	0.17	32.82
D64'	90.72	0.33	33.02
D63	93.05	0.83	31.13
D63'	92.01	0.33	31.24
D22	110.32	0.82	21.42
D22'	111.08	0.44	18.07
D23	112.11	1.27	19.97
D23'	111.26	0.47	17.69
D31	110.65	1.45	20.8
D31'	108.52	0.48	19.6
D31''	111.15	3.3	19.81
D31'''	116.41	0.92	7.34
D48	119.86	0.62	18.25
D47	119.59	1.14	18.64
D24	113.38	2.98	20.19
D49	119.45	2.15	18.22
D41	121.00	2.03	15.58
D42	121.58	0.83	15.07
D40	115.79	2.1	16.85
D39	114.94	0.82	17.05
D18	111.31	1.49	20.49
D16	113.77	1.69	19.27
D15	116.71	3.38	17.41
D17	112.87	1.58	19.58
D32	109.40	3.92	19.3
D13	117.49	1.11	20.78
D12	123.06	1.03	15.41
D11	125.97	0.63	12.79
D10	124.73	0.34	14.13
D9	123.83	0.33	15.12
D8	123.13	0.31	15.92
D7	122.57	0.31	16.56
D6	121.99	0.36	17.23
D46	118.09	1.01	17.21
D43	120.91	1.71	14.59
D2	147.90	1.39	14.49
D4	147.50	3.67	15.64
D3	147.82	2.25	15.8
D1	147.95	0.06	14.45
D12'	119.56	0.76	14.17
D12''	119.01	0.07	14.67

Tableau V.6 : Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)(suite)

Noeud	Élévation (m)	Débit nodale (l/s)	Pression (m.c.e)
D62	92.32	0.78	27.97
D62'	90.97	0.36	28.1
D60	91.78	2.34	26.8
D61	91.61	1.36	61.72
D62''	90.31	0.53	64.87
D61'	90.53	17.68	80.22
D59	96.04	2.71	18.06
D59'	94.79	0.49	15.76
D58	95.81	0.92	20.31
D58'	94.22	0.56	16.73
D57	95.25	0.75	21.27
D57'	94.48	0.29	21.25
D56	94.68	1.56	22.26
D56'	92.84	0.59	18.06
D53'	93.01	0.75	19.27
D52	95.63	1.12	21.47
D52'	93.53	0.7	20.27
D51	96.11	1.13	21.59
D51'	94.09	0.71	20.19
D50	96.49	2.78	21.97
D29	103.07	1.01	25.79
D29'	107.01	0.38	20.13
D28	103.96	0.75	26.13
D28'	109.11	0.36	19.52
D27	105.49	0.74	25.03
D27'	110.18	0.35	18.97
D26	105.94	0.67	25.03
D26'	110.49	0.29	19.67
D25	106.13	1.18	25.33
D25'	109.75	0.26	21.12
D19'	105.56	1.39	22.91
D30	102.11	0.96	24.37
D19''	103.29	0.35	23.83
D19	109.81	0.77	21.33
D20	109.66	0.44	21.64
D20'	108.54	0.26	22.19
D21	109.54	0.73	21.94
D21'	110.31	0.36	19.71

Noeud	Élévation (m)	Débit nodale (l/s)	Pression (m.c.e)
D12'''	119.61	0.23	12.69
D13'	119.06	0.45	16.43
s	108.43	1.87	18.97
t	107.35	0.99	11.22
34'	110.22	1.03	17.07
D16'	106.59	1.04	16.24
D11'	126.26	0.07	12.44
D17'	109.34	1.02	13.43
n	112.96	1.05	12.32
w	115.89	0.49	21.17
z	117.95	0.65	17.21
x	117.40	1.22	20.78
D49'	120.15	0.31	16.35
D48'	120.03	0.3	17.2
D47'	119.64	0.31	17.63
d	119.33	0.29	17.23
D35'	101.93	0.85	21.39
b	123.93	0.33	12.56
D11''	125.85	0.12	12.67
D10'	125.57	0.12	13.06
D9'	124.24	0.12	14.48
D8'	124.35	0.12	14.47
D7'	123.02	0.13	15.83
D6'	122.50	0.13	16.45
D4'	139.56	3.67	11.31
D3'	141.46	0.76	11.88
K	117.70	1.68	15.56
D43'	118.51	0.63	14.53
D41'	117.20	0.59	13.41
r	109.93	0.26	17.21
D38'	110.09	0.54	17.18
y	110.39	0.38	15.32
D37'	108.25	0.3	21.19
h	117.24	0.73	18.24
D33'	105.03	1.19	16.57
D39''	111.10	0.49	15.07
D32'	111.07	0.63	15.19
D5'''	117.49	1.03	21.02
D40'	115.68	0.38	15.25
v	117.50	0.71	17.93
p	111.50	0.45	19.01

Les vitesses et les pertes de charges dans le réseau de distribution dans le cas de pointe + Incendie sont données dans le tableau (V.16) :

Tableau V.16 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p1	q	u	155.4	34	40	0.76	0.84	0.026
p3	D45	D45'	32.82	27.2	32	0.16	0.28	0.031
p4	D44	D44'	170.3	34	40	0.83	0.91	0.025
p5	D39'	D39'''	106.7	27.2	32	0.52	0.89	0.026
p6	D34	D35	125.2	79.2	90	-5	1.02	0.022
p7	D33	D34	112.7	63.8	75	-1.77	0.55	0.025
p8	D5'	D5''	131.2	34	40	0.64	0.7	0.026
p10	l	m	137.4	34	40	0.67	0.74	0.026
p11	f	l	137.3	96.8	110	4.11	0.56	0.023
p13	c	e	94.23	110.2	125	9.04	0.95	0.021
p15	D14	a	22.26	110.2	125	11.13	1.17	0.02
p16	D37	D38	280	141	160	-14.16	0.91	0.02
p17	D36	D37	357.6	110.2	125	-10.44	1.09	0.02
p18	D53	D54	42.64	96.8	110	7.93	1.08	0.021
p19	D54	D54'	303.8	42.6	50	1.49	1.05	0.024
p20	D55	D55'	274.5	34	40	1.35	1.49	0.024
p21	D55	D55''	182.5	34	40	0.89	0.98	0.025
p22	D54	D55	26.83	63.8	75	4.61	1.44	0.021
p23	D64	D64''	34.91	27.2	32	0.17	0.29	0.031
p24	D64	D64'	211.9	27.2	32	0.33	0.57	0.028
p25	D63	D64	38.34	53.6	63	1.9	0.84	0.024
p26	D63	D63'	67.08	27.2	32	0.33	0.57	0.028
p27	D62	D63	63.08	53.6	63	3.06	1.36	0.022
p28	D62	D62'	74.1	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p29	D60	D62	21.1	63.8	75	4.2	1.31	0.022
p30	D61	D62''	108.9	27.2	32	0.53	0.91	0.026
p31	D61	D61'	138.6	176.2	200	17.68	0.73	0.026
p32	D60	D61	29.21	176.2	200	19.57	0.8	0.023
p33	D59	D59'	100.4	27.2	32	0.49	0.84	0.027
p34	D58	D58'	114	27.2	32	0.56	0.96	0.026
p35	D57	D57'	59.15	27.2	32	0.29	0.5	0.029
p36	D56	D56'	120.9	27.2	32	0.59	1.02	0.026
p37	D59	D60	426.7	176.2	200	26.11	1.07	0.02
p38	D58	D59	26.64	176.2	200	29.31	1.2	0.02
p39	D57	D58	47.06	176.2	200	30.79	1.26	0.018
p40	D56	D57	46.56	176.2	200	31.83	1.31	0.018
p41	D53	D53'	154	34	40	0.75	0.83	0.026

Tableau V.17 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p42	D52	D52'	142.7	34	40	0.7	0.77	0.026
p43	D51	D51'	144.5	34	40	0.71	0.78	0.026
p44	D50	D56	150.2	176.2	200	33.98	1.39	0.018
p45	D52	D53	41.15	96.8	110	9.85	1.34	0.02
p46	D51	D52	44.13	110.2	125	11.67	1.22	0.02
p47	D50	D51	41.49	110.2	125	13.51	1.42	0.019
p48	D36	D50	374.8	176.2	200	50.27	2.06	0.017
p49	D29	D29'	77.65	27.2	32	0.38	0.65	0.028
p50	D28	D28'	73.48	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p51	D27	D27'	71.89	27.2	32	0.35	0.6	0.028
p52	D26	D26'	59.78	27.2	32	0.29	0.5	0.029
p53	D25	D25'	53.41	27.2	32	0.26	0.45	0.029
p54	D19'	D30	97.05	141	160	27.7	1.77	0.018
p55	D19'	D19''	71.1	27.2	32	0.35	0.6	0.028
p56	D19	D19'	116.2	141	160	29.44	1.89	0.018
p57	D20	D20'	52.28	27.2	32	0.26	0.45	0.029
p58	D21	D21'	73.21	27.2	32	0.36	0.62	0.028
p59	D22	D22'	89.16	27.2	32	0.44	0.76	0.027
p60	D23	D23'	95.65	27.2	32	0.47	0.81	0.027
p61	D31	D31'	97.88	27.2	32	0.48	0.83	0.027
p62	D31''	D31'''	188.2	34	40	0.92	1.01	0.025
p63	D48	D47	23.63	220.4	250	-39.89	1.05	0.018
p65	D24	D49	335.4	176.2	200	-36.51	1.5	0.018
p66	D41	D42	11.5	176.2	200	-25.05	1.03	0.019
p67	D40	D41	283.4	141	160	-22.43	1.44	0.019
p68	D39	D40	57.55	141	160	-19.95	1.28	0.019
p70	D30	D36	10.52	176.2	200	43.47	1.78	0.017
p71	D29	D30	88.71	110.2	125	16.73	1.75	0.019
p72	D28	D29	39.95	110.2	125	18.12	1.9	0.019
p73	D27	D28	40.28	141	160	19.23	1.23	0.019
p74	D26	D27	38.44	141	160	20.32	1.3	0.019
p75	D25	D26	38.86	141	160	21.28	1.36	0.019
p76	D24	D25	148.5	141	160	22.72	1.45	0.019
p77	D23	D24	124.8	110.2	125	-10.81	1.13	0.02
p78	D22	D23	39.16	110.2	125	-9.07	0.95	0.021
p79	D21	D22	38.59	110.2	125	-7.81	0.82	0.021
p80	D20	D21	37.01	110.2	125	-6.72	0.7	0.022
p81	D19	D20	39.53	110.2	125	-6.02	0.63	0.022
p82	D18	D19	41.01	141	160	24.19	1.55	0.018
p83	D16	D15	80.97	176.2	200	-39.3	1.61	0.018
p84	D17	D16	51.15	176.2	200	-36.57	1.5	0.018
p85	D18	D17	63.79	176.2	200	-33.97	1.39	0.018

Tableau V.18 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p86	D35	D18	200	96.8	110	-8.29	1.13	0.021
p87	D32	D33	225.1	63.8	75	2.26	0.71	0.024
p88	D31''	D32	446.1	110.2	125	6.81	0.71	0.022
p89	D31	D31''	39.51	110.2	125	11.03	1.16	0.02
p90	D15	D31	159.3	110.2	125	12.96	1.36	0.02
p91	D14	D15	449.7	220.4	250	55.64	1.46	0.017
p92	D13	D14	84.99	277.6	315	67.3	1.11	0.017
p93	D12	D13	50.02	277.6	315	68.86	1.14	0.017
p94	D11	D12	64.95	277.6	315	70.95	1.17	0.017
p95	D10	D11	24.54	277.6	315	71.77	1.19	0.017
p96	D9	D10	20.62	277.6	315	72.23	1.19	0.017
p97	D8	D9	21.65	277.6	315	72.68	1.2	0.017
p98	D7	D8	17.02	277.6	315	73.11	1.21	0.017
p99	D6	D7	20.34	277.6	315	73.55	1.22	0.017
p100	D5	D6	27.34	277.6	315	74.04	1.22	0.017
p101	D47	D5	153.1	220.4	250	-51.48	1.35	0.017
p102	D46	D47	146.3	96.8	110	-10.14	1.38	0.02
p104	D44	D45	68.45	96.8	110	1.22	0.17	0.027
p105	D43	D44	60.76	96.8	110	3.52	0.48	0.023
p106	D42	D43	158.3	96.8	110	5.86	0.8	0.022
p107	D2	D42	757	176.2	200	31.74	1.3	0.018
p108	D4	D5	559.9	352.6	400	135.47	1.39	0.016
p109	D3	D4	33.3	352.6	400	142.81	1.46	0.016
p110	D2	D3	270.8	352.6	400	145.82	1.49	0.016
p111	D1	D2	12.16	352.6	400	178.95	1.83	0.015
p112	D12'	D12''	13.84	21	25	0.07	0.2	0.034
p113	D12'	D12'''	46.69	21	25	0.23	0.66	0.029
p114	D12	D12'	95.18	34	40	1.06	1.17	0.024
p115	D13	D13'	91.88	27.2	32	0.45	0.77	0.027
p116	s	t	201.2	34	40	0.99	1.09	0.025
p117	34'	D34	210.9	34	40	-1.03	1.13	0.024
p118	D16	D16'	212.3	34	40	1.04	1.15	0.024
p119	D11	D11'	14.47	21	25	0.07	0.2	0.034
p120	D17	D17'	208.5	34	40	1.02	1.12	0.025
p121	l	n	214	34	40	1.05	1.16	0.024
p125	D49	D49'	63.05	27.2	32	0.31	0.53	0.028
p127	D47'	D47	63.08	27.2	32	-0.31	0.53	0.028
p129	D35'	D35	172.8	34	40	-0.85	0.94	0.025
p132	D11''	D11	25.13	21	25	-0.12	0.35	0.032
p133	D10'	D10	25.18	21	25	-0.12	0.35	0.032
p134	D9'	D9	24.96	21	25	-0.12	0.35	0.032
p135	D8'	D8	24.88	21	25	-0.12	0.35	0.032

Tableau V.19 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)(suite)

Tronçons	Noeud de départ	Noeud d'arrivé	Longueur (m)	diamètre intérieur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh (m.c.e)
p136	D7'	D7	25.58	21	25	-0.13	0.38	0.031
p137	D6'	D6	25.77	21	25	-0.13	0.38	0.031
p138	D4	D4'	155.8	63.8	75	3.67	1.15	0.022
p139	D3	D3'	156	27.2	32	0.76	1.31	0.025
p141	D43	D43'	129.3	34	40	0.63	0.69	0.026
p142	D41'	D41	119.6	27.2	32	-0.59	1.02	0.026
p144	q	r	52.05	21	25	0.26	0.75	0.028
p145	D38	D38'	111.2	27.2	32	0.54	0.93	0.026
p148	D37	D37'	61.44	27.2	32	0.3	0.52	0.029
p150	D33	D33'	242.6	34	40	1.19	1.31	0.024
p151	D39	D39'	85.32	53.6	63	2.49	1.1	0.023
p152	D39''	D39'	101	27.2	32	-0.49	0.84	0.027
p153	D32	D32'	128.1	34	40	0.63	0.69	0.026
p155	D40'	D40	77.09	27.2	32	-0.38	0.65	0.028
1	D1	1	12.16	352.6	400	-179.01	1.83	0.015
3	x	z	150	34	40	0.65	0.72	0.026
4	K	p	91	27.2	32	0.45	0.77	0.027
5	w	x	94	34	40	-0.49	0.54	0.027
6	x	D5'''	13.84	53.6	63	-2.36	1.05	0.023
7	D5'''	v	130	34	40	0.71	0.78	0.026
8	j	q	112.74	53.6	63	2.39	1.06	0.023
9	D48	D48'	62.24	27.2	32	0.3	0.52	0.029
11	D5	D5'	146.7	110.2	125	6.35	0.67	0.022
12	D5'	D5'''	49.96	96.8	110	4.1	0.56	0.023
13	e	f	54.36	110.2	125	6.85	0.72	0.022
14	f	g	183.1	34	40	0.9	0.99	0.025
15	a	c	27.11	110.2	125	10.22	1.07	0.02
16	c	d	59.61	27.2	32	0.29	0.5	0.029
17	D49	D48	51	176.2	200	-38.97	1.6	0.018
18	D39	D38	5.27	176.2	200	16.64	0.68	0.02
19	D45	D46	86.35	96.8	110	0.14	0.5	0.038
20	K	D46	120.6	96.8	110	-9.27	1.26	0.02
21	a	b	68.28	27.2	32	0.33	0.57	0.028
22	j	K	130.6	96.8	110	-7.14	0.97	0.021
23	j	s	104.8	53.6	63	3.24	1.44	0.022
24	h	e	149.5	27.2	32	-0.73	1.26	0.025
25	y	s	76.56	27.2	32	-0.38	0.65	0.028

Les résultats obtenus pour les pressions et les vitesses sont représentés dans les figures (V.3) et (V.4) qui suivent:

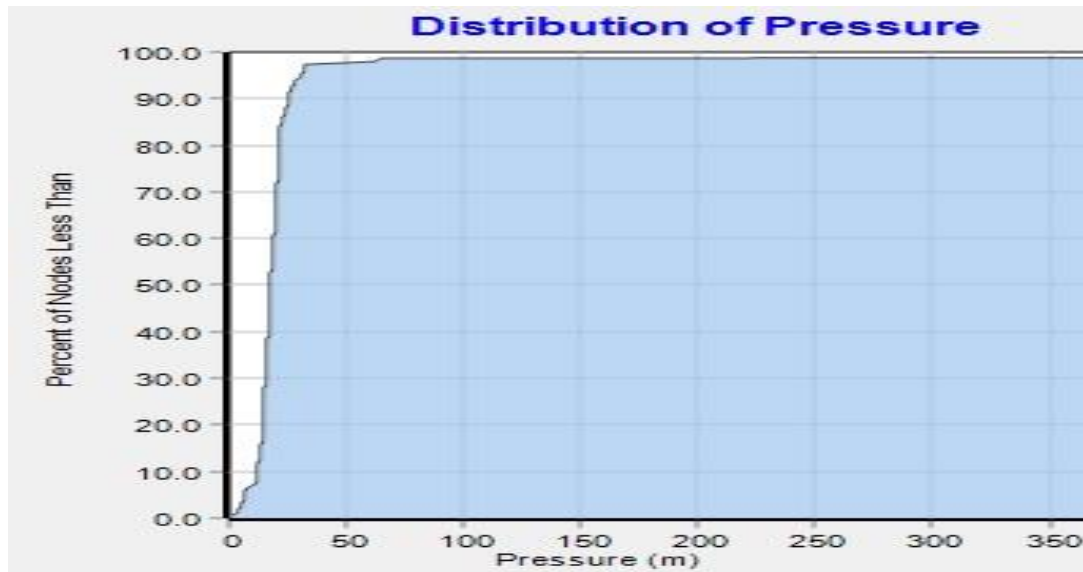


Figure V.3 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)

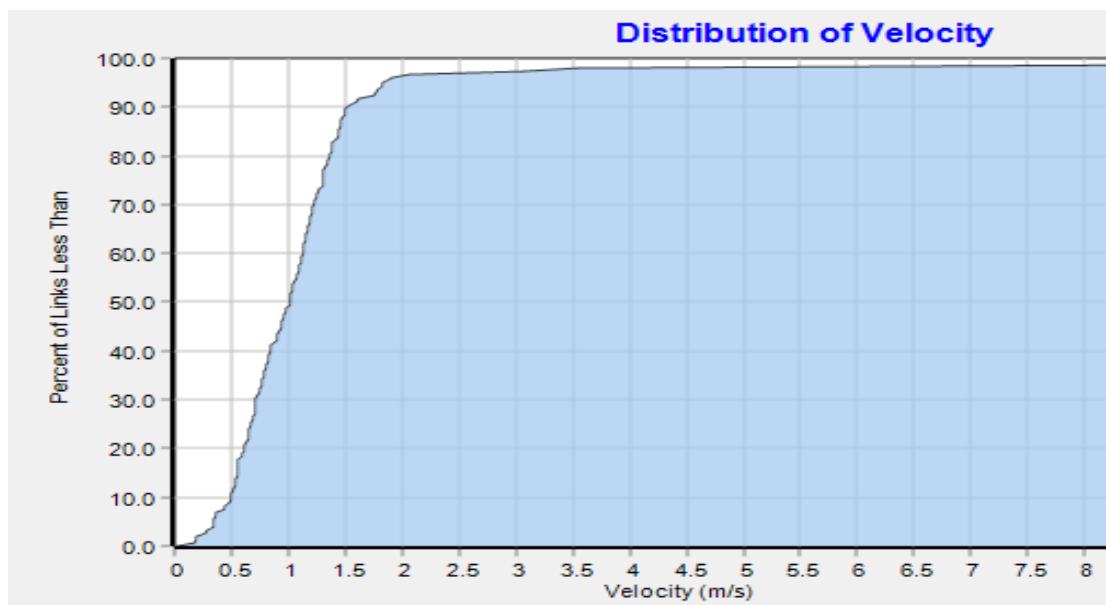


Figure V.4 : Distribution des vitesses dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)

Observations

- Bonne distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + inc), tous les nœuds avoir des pressions supérieures à 1 bar (10 m.c.e), et sont distribuée entre 15 et 50 m.c.e.
- Les vitesses sont bien réparties dans 80% du réseau et sont mauvaises dans les restes conduites (inferieur a 0.5m/s et supérieur a 1.5m/s).

Interprétation des résultats de simulation

- Les résultats du tableau montrent que les pressions sont généralement comprises entre 1.5 et 5 bars dans tous les nœuds, donc la répartition des pressions est bonne.
- Nous avons remarqué que les vitesses dans notre réseau sont bonnes dans les nouvelles conduites projetées (malgré il reste 10% de faible vitesse)
- A partir des résultats obtenus on voit bien que notre réseau les pressions sont acceptables mais il faut proposer une solution pour résoudre le problème de vitesses faibles.

Recommandations

Nous proposons l'installation des vannes de vidange dans les parties du réseau qui possède des vitesses faibles, c.-à-d. dans les points bas des conduites et nous recommandons le rinçage régulier des conduits par l'injection de l'eau pour éviter le dépôt des sédiments.

Conclusion

Après les simulations, nous avons obtenu des pressions adéquates dans le réseau projeté (de 15 à 50 bars) et nous avons proposé l'installation des vannes de vidange pour éviter le dépôt des sédiments pour résoudre le problème des vitesses faibles, ces valeurs et solutions proposées nous permettent de remédier au maximum aux problèmes actuels que rencontre le réseau de distribution de la commune de Arib, le réseau projeté aussi fournit le débit d'incendie tout en assurant un bon fonctionnement.

Chapitre VI :
Pose de canalisation et
accessoires

Introduction

Dans ce chapitre, on s'intéresse à la pose de canalisation en tranchée et aux diverses techniques d'assemblage des tubes en PEHD ainsi qu'aux différents accessoires dans un réseau d'AEP. En Algérie, la réglementation relative à la pose des canalisations ressort du ministère des ressources en eau, Ainsi un document technique réglementaire (DTR) a été élaboré en 2008 par cette institution, sous le titre "Règles de pose de canalisations en plastiques destinées aux projets d'alimentation en eau potable".

III.18.Pose des canalisations

III.18.1.Type de canalisation

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD, les diamètres utilisés varient entre 32 mm et 400 mm

III.18.1.1.La traçabilité des tubes PEHD

L'ensemble des tubes sont marqués de la façon suivante :

- Norme de référence
- Dénomination du fabricant ou sigle du fabricant
- Type d'application
- Valeur de la pression nominale PN
- Diamètre extérieur et épaisseur du tube en mm
- N° du lot
- Date de fabrication
- Matière première



Figure VI.1 : Marquage du tube en PEHD

III.18.2.Principe de pose de canalisations

La canalisation doit assurer pendant de très longues années un service sans défaillance, La profondeur de la tranchée doit être suffisante pour que la conduite soit à l'abri de gel, compte tenu des conditions climatiques, et ne subisse pas l'action trop directe des charges roulantes lorsqu'elles existent, la largeur de la tranchée est en fonction du diamètre de la conduite, elle

varie aussi selon la nature du sol, les matériaux constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose.

III.18.3.Réalisation des fouilles

III.18.3.1.Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

- On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m.
- Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme.
- 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 que la profondeur de tranchée en ce point.

III.18.3.2.Largeur de la tranchée

La largeur de la tranchée doit être au minimum de 0,60 m en vue de faciliter les travaux, elle est tributaire du diamètre de la conduite, en laissant 0,25 m d'espace de part et d'autre de la conduite. Elle est calculée par :

$$B = D + 2 \times e \dots\dots\dots (VI.1)$$

Avec :

B: largeur de la tranchée (m).

D: diamètre extérieur de la conduite (m).

e: espacement = 25 (cm).

III.18.3.3.La profondeur de la tranchée

La profondeur doit être suffisante, elle varie de 0.60 à 1.20 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 :

$$H = H_1 + D + H_2 \dots\dots\dots (VI.2)$$

Avec :

H: la profondeur de la tranchée (m).

H₁ profondeur du 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).

D: diamètre de la conduite (m) .

III.18.3.4.Tranchée et remblaiement

- **Lit de sable :**

Un lit de sable d'une épaisseur comprise entre 10 et 15 cm doit couvrir le fond de la tranchée, ce dernier doit être nivelé soigneusement tout au long de la tranchée.

- **L'enrobage**

L'enrobage constitué en général des déblais des fouilles débarrassés de tous les matériaux susceptibles d'endommager la canalisation par effet de choc ou de tassement tels que les blocs rocheux. Les matériaux néfastes tels que les débris végétaux, les produits gypseux, etc. seront proscrits.

- **Le remblayage supérieur**

Le remblai supérieur sera constitué des matériaux provenant des déblais de fouilles débarrassés des éléments impropres tels que les débris végétaux et les blocs rocheux.

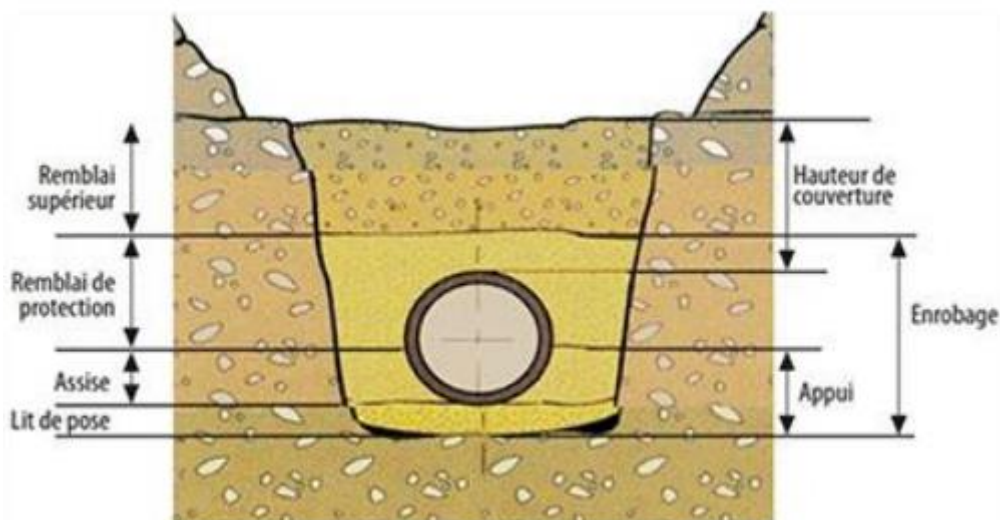


Figure VI.2 : L'enfouissement de la conduite

III.18.4.Assemblage des conduites

Les différentes techniques d'assemblage des tuyaux en PEHD existant :

III.18.4.1.Assemblage Bout à bout

Le soudage bout à bout est une technique d'assemblage des thermoplastiques par la fusion des extrémités de deux éléments tubulaires en PEHD d'épaisseurs identiques, au moyen d'une plaque chauffante, et ne peut être utilisée qu'à partir du diamètre 110 mm

l'assemblage est réalisé en effectuant les opérations suivantes :

- Fusion des extrémités, préalablement rabotées, de tubes ou pièces de forme en polyéthylène par application sur un élément chauffant.
- Soudage par mise au contact des extrémités en fusion après retrait de l'élément chauffant.
- Refroidissement de l'assemblage réalisé.



Figure VI.3 : Assemblage Bout à bout

III.18.4.2. Assemblage PEHD par électro-soudage

Cette technique consiste à réaliser des assemblages au moyen de raccords électro-soudables, ces raccords peuvent se présenter sous forme de manchon, té, té-réduit, coude, etc...

- Le raccord en PEHD est muni d'un bobinage électrique intégré lors de la fabrication.
- La tension est appliquée aux bornes du raccord, la dissipation, par effet joule, de la puissance électrique une fusion de surface des deux pièces à assembler, un mélange intime entre les PEHD des deux tubes et du raccord assure la cohésion et l'étanchéité entre le raccord et le tube.



Figure VI.4 : Assemblage PEHD par électro-soudage

III.19. Organes et accessoires utilisés dans le réseau

III.19.1. accessoires

a) Robinets vannes

Ce sont des accessoires qui permettent d'isoler les tronçons de la conduite en cas de problème ils sont placés tout au long de la conduite sur une distance de 500 m séparant deux robinets vanne successif. Ces dispositifs peuvent être soit :

- **Robinets-vanne à opercule**

Ce sont des dispositifs de sectionnement qui doivent être ouverts ou fermés strictement. Ils sont plus encombrants que les vannes papillon. A compté d'un certain diamètre, il convient d'installer des by-pass pour équilibrer les pressions qui s'exercent des deux côtés de l'opercule lorsque la manœuvre se fait à partir de la position fermée.



Figure VI.5 : *Robinets-vanne à opercule*

- **Robinets-vanne a papillon**

Ce sont des dispositifs de sectionnement et de réglage de débit à la fois, c'est un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation un disque obturateur appelé papillon.



Figure VI.5 : *Vanne a papillon*

b) Ventouses

Ce sont des appareils de dégazage mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air occlus, l'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique.



Figure VI.6 : ventouse à triple fonctions



Figure VI.7 :
Ventouse à fonction
unique

c) Mesure de débit

Nous nous servons d'appareils qui servent à créer une contraction de la section d'écoulement qui entraîne une augmentation de la vitesse d'écoulement au droit de l'appareil se traduisant par une diminution de la pression. Les dispositifs les plus utilisés au niveau des installations sont :

- Le diaphragme
- La venturi

d) Mesure de pression

Les appareils utilisés pour la mesure de pression sont :

- **Manomètres à aiguilles**

dans les manomètres à aiguille, le mouvement est transmis à l'aiguille, soit par un secteur denté soit par un levier soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est la facilité d'étalonnage et son inconvénient réside dans l'usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations.

- **Manomètres à soufflet**

Ce sont des manomètres dont l'organe actif est un élément élastique en forme de soufflet. Sous l'effet de la pression, le soufflet se déforme dans la direction axiale. Les manomètres à soufflet présentent l'avantage d'éliminer le danger du gel et leur inconvénient réside dans leur sensibilité aux vibrations et au surchauffage.

III.19.2. Pièces spéciales

Les organes de raccordement sont:

- **Coudes**

Les coudes sont des organes qui permettent le changement de direction, dans la plupart des cas ils sont maintenus par des massifs de butées, ils peuvent être soit à deux emboîtements ou bien à emboîtements et à bout lisse.

➤ **Cônes**

Les cônes sont utilisés pour relier deux conduites de diamètres différents notamment à la sortie des pompes, ils peuvent être :

- à deux emboîtements.
- à deux brides.
- à emboîtement et à bride.

➤ **Tés**

Les tés sont utilisés lors du soutirage ou de l'ajout d'un débit complémentaire à une Canalisation, ils peuvent être :

- à trois emboîtements.
- à deux emboîtements et brides.

➤ **Joints de raccordement**

Pour pouvoir réaliser l'assemblage de deux tuyaux ou d'une conduite avec un accessoire, nous devons utiliser des joints. Les joints les plus utilisés sont :

- Le joint Gibault.
- Le joint à brides.
- Le joint à emboîtement à soudure.

Conclusion

D'après le présent chapitre, on peut conclure que la pose de canalisation est une étape très importante dans tout projet d'AEP, en effet elle permet de définir les conditions d'exécution des travaux relatifs à la distribution d'eau potable afin d'éviter tous les risques sécuritaires ou bien de dysfonctionnement du réseau. Afin d'optimiser le rendement du réseau d'AEP, divers accessoires sont installés sur ce dernier, chacun a un rôle important et bien déterminé pour garantir le bon fonctionnement du réseau. Dans le chapitre suivant, on va essayer d'estimer le coût des travaux réalisés au cours de ce projet.

Chapitre VII :

Gestion de projet

Introduction

Dans ce chapitre nous mettrons en évidence les différentes étapes et tâches à suivre dans l'ordre chronologique pour la bonne exécution de notre projet et nous passerons en revue leur gestion par la méthode CPM, et nous ferons l'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur le terrain après on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

VII.1. Les différents travaux de mise en place des canalisations

VII.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

a) Matérialisation

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacées de 50 m.

b) Nivellement

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. 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 que la profondeur de tranchée en ce point.

VII.1.2. Excavation des tranchées

Cette opération se divise en deux étapes:

a) Enlèvement de la couche végétale

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un bulldozer.

b) Réalisation des fouilles

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

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

VII.2. Le Principe de pose des canalisations

- La manutention des tuyaux de toute espèce doit se faire avec les plus grandes précautions.
- Les tuyaux sont posés directement sur le sol ou dans le fond des tranchées, il convient d'éviter de les rouler sur les pierres ou en sol rocheux , sans avoir constitué au préalable , des chemins de roulement.
- Tout tuyau qui aurait subi une fausse manœuvre ne peut être posé qu'avec une nouvelle vérification.
- Au moment de leur mise en place , les tuyaux de toute espèce sont examinés et soigneusement débarrassés de tous corps étrangers qui pourraient y avoir été introduits.
- Les tuyaux sont présentés bien dans le prolongement les uns des autres en facilitant leur alignement au moyen de cales provisoires qui sont également disposées aux

changements de direction. Ces cales sont constituées à l'aide de mottes de terre bien tassées ou de coins en bois . Le calage provisoire au moyen de pierres est rigoureusement interdit.

- La profondeur de la tranchée sera suffisante pour obtenir la couverture minimum exigée . En terrain meuble, les tuyaux seront posés directement sur le fond de la tranchée soigneusement préparé. En terrain dur, les tuyaux seront posés sur un lit de pose de matériaux (sable).
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux en cours de pose sont obturées à l'aide d'un tampon pour éviter l'introduction de corps étrangers ou animaux.

VII.3. Planification des travaux du réseau de distribution

Avant d'entamer la réalisation des travaux sur le chantier , il faut faire une planification qui consiste en une étude théorique qui va désigner la meilleure façon d' utilisation de la main d'œuvre et des autres moyens.

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

- dans un ordre correct (bonne succession des opérations de réalisation du réseau).
- sans retard.
- aussi économique que possible.

VII.3.1. Définitions des tâches et leurs durées

Les tâches de réalisation du réseau et leurs durées sont mentionnées dans le tableau (VII.1) :

Tableau VII.1 : Temps de réalisation des opérations

Notation	Opération	Durée (j)
A	L'installation de chantier, décapage de la couche végétal.	20
B	Exécution des tranchées et des fouilles.	65
C	Aménagement du lit de pose (lit de sable de 20 cm d'épaisseur).	35
D	La mise en place des conduites du PEHD en tranchée.	50
E	Assemblage des tuyaux (soudage bout à bout)	40
F	Faire les essais d'étanchéité pour les conduites , les Joints et les accessoires de réseau.	25
G	Remblai des tranchées.	35
H	Travaux de finition	30

VII.3.2. Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM)

On montre le lien entre les opérations qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation du réseau dans le tableau (VII.2) :

Tableau VII.2 : Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation du réseau

Opération	Précède	Succède
A	B	-
B	C,D,E	A
C	F	B
D	F	B
E	F	B
F	G	C,D,E
G	H	F
H	-	G

Les réseaux à nœuds sont représentés sur la (figure **VII.1**).

Avec :

Tr : temps de réalisation.

DCP: date de commencement au plus tôt.

DFP : date de finition au plus tôt.

DCPP : date de commencement au plus tard.

DFPP: date de finition au plus tard.

MT : marge totale.

<i>DCP</i>	<i>Tr</i>
<i>DFP</i>	<i>DCPP</i>
<i>DFPP</i>	<i>MT</i>

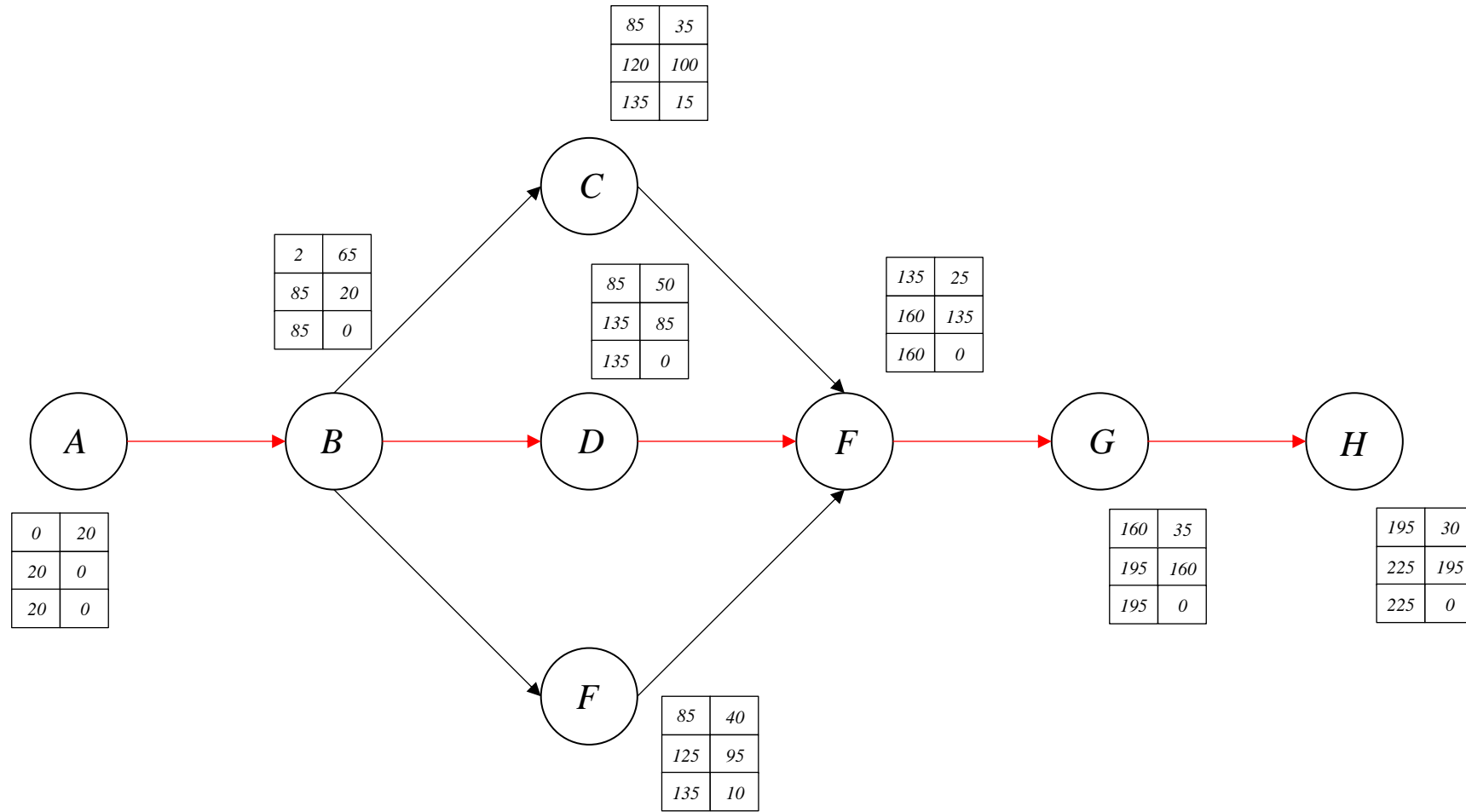


Figure VII.1 : Réseau en nœuds pour l'organisation de l'exécution des travaux de réalisation du réseau

- Le chemin critique: A-B-D-F-G-H
- Temps de réalisation. = 225 jours.

VII.4. Devis estimatif du projet

Le tableau (VII.3) représente les estimations des coûts de projet (les volumes sont donner à partir de l'analyse altimétrique de Covadis):

Tableau VII.2 : Devis estimatif quantitatif du projet

N°	Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaires en HT	Montant en HT (DA)	Montant (DA)
A	TERRASSEMENTS					
1	Déblai mécanique pour fouilles en TN	M3	19402	2100	40744200	47670714
2	Lit de pose en sable fin ép.=10 Cm	M3	9512	2500	23780000	27822600
3	Remblai en terre prévenante de déblai sélectionné y compris nivellement des terres	M3	11318	1500	16977000	19863090
4	Mise en place de grillage avertisseur de couleur bleue	MI	16168	1100	17784800	20808216
B	CONDUITES PEHD PN10 (POSE ET RACCOURDEMENT)					
5	Ø 400	MI	88	8075.78	710668.64	831482.31
6	Ø 315	MI	331	4993.77	1652937.87	1933937.31
7	Ø 200	MI	2606	1989.96	5185835.76	6067427.84
8	Ø 160	MI	1141	1260.97	1438766.77	1683357.12
9	Ø 125	MI	1841	773.46	1423939.86	1666009.64
10	Ø 110	MI	1242	736.14	914285.88	1069714.48
11	Ø 90	MI	125	496.93	62116.25	72676.01
12	Ø 75	MI	542	348.64	188962.88	221086.57
13	Ø 63	MI	418	247.29	103367.22	120939.65
14	Ø 50	MI	304	156.41	47548.64	55631.91
15	Ø 40	MI	4053	102.36	414865.08	485392.14
16	Ø 32	MI	3198	69.25	221461.5	259109.96
17	Ø 25	MI	279	54.84	15300.36	17901.42
C	TRAVAUX DE RESERVOIR					
18	Décapage (20cm de profondeur)	M3	104.558	1350	141153.3	165149.36
19	Excavation (1.1m de profondeur)	M3	575.069	5300	3047865.7	3566002.87
20	Béton de propreté	M3	45.239	3400	153812.6	179960.74
21	Béton armé	M3	106.8	56000	5980800	6997536.00
					Somme	141557935

Conclusion

Nous avons entrepris une planification des travaux qui est nécessaire pour le bon déroulement des opérations et le suivi de la réalisation du projet et nous avons trouvé une période de réalisation de 225 jours.

D'après les travaux effectués sur ce projet (terrassements, pose de canalisations, travaux de réservoir...) le coût estimatif est évalué à: **141557935 DA**.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce mémoire de fin d'étude, nous avons procédé à l'étude de diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de la commune de ARIB, après avoir récolté et analysé toutes les données nécessaires au lancement de l'étude, on a fait un diagnostic du réseau actuel de la commune, afin de prélever les anomalies qui existent

Ensuite ; d'après le diagnostic du réseau on a vu qu'il y'a des anomalies tel que les pressions négatives et les vitesses trop faibles qui ne permettent pas l'écoulement ce qui fait que l'eau n'arrive pas aux abonnés et c'est dû au vieillissement des conduites.

Après avoir fait un nouveau réseau on a remarqué que la situation s'est amélioré les pressions devenues acceptables ainsi que les vitesses. Lorsqu'on a fait la simulation pour 24h on a remarqué qu'il fonctionne bien.

Et pour finir nous avons fait les calculs de devis estimatif et quantitatif du projet. En plus de l'estimation on a fait la planification (en combien de temps on pourrait réaliser ce projet) c'est à dire une estimation du coût et du temps.

Bibliographie

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. LENCASTRE.A « Hydraulique générale », édition Eyrolles, Paris 1983
- B. DUPONT.A « Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles, Paris 1977
- C. SALAH.B « polycopie d'Alimentation en Eau Potable», ENSH 1993
- D. Catalogue technique des tubes en polyéthylène, STPM Chiali.
- E. HUGUES.G : Techniques d'ingénieur édition 2009 C5 195
- F. AMRANI CHAIMA, « Mémoire de fin d'étude de Diagnostic Et Réhabilitation Du Réseau D'alimentation En Eau Potable De La commune de SIDI MEKHLouF (W. LAGHOUAT) ENSH 2020
- G. FARADJI Yasser, « Mémoire de fin d'étude de : Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'EL OMARIA (W. Médéa) ENSH 2020

Annexes

Annexe 1

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

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Aggl. de type rural
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	5.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	4.2	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

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

Annexe 2 : Cartes de simulation du réseau AEP Projeté

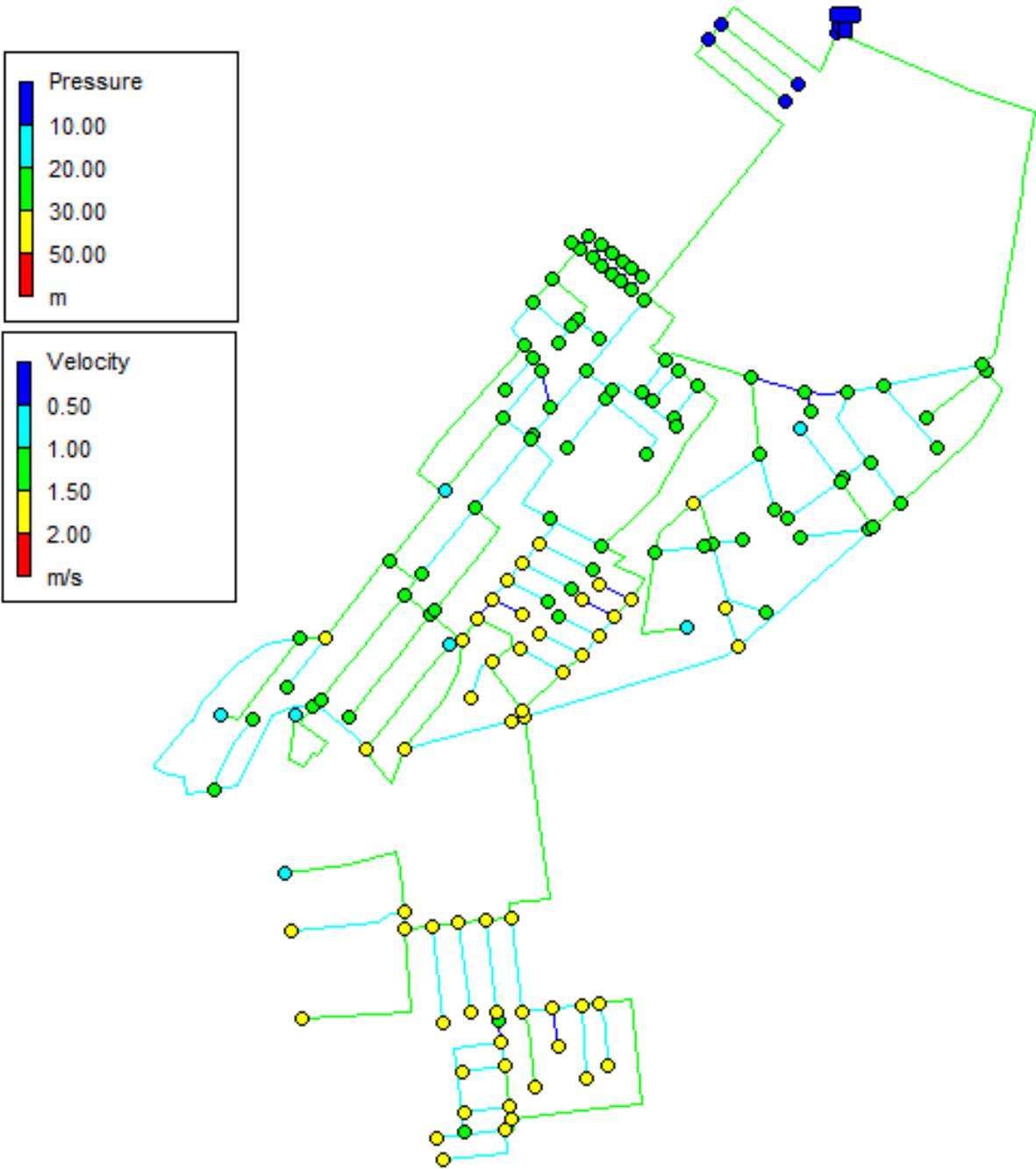


Figure 01: Carte de distribution des vitesses et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe)

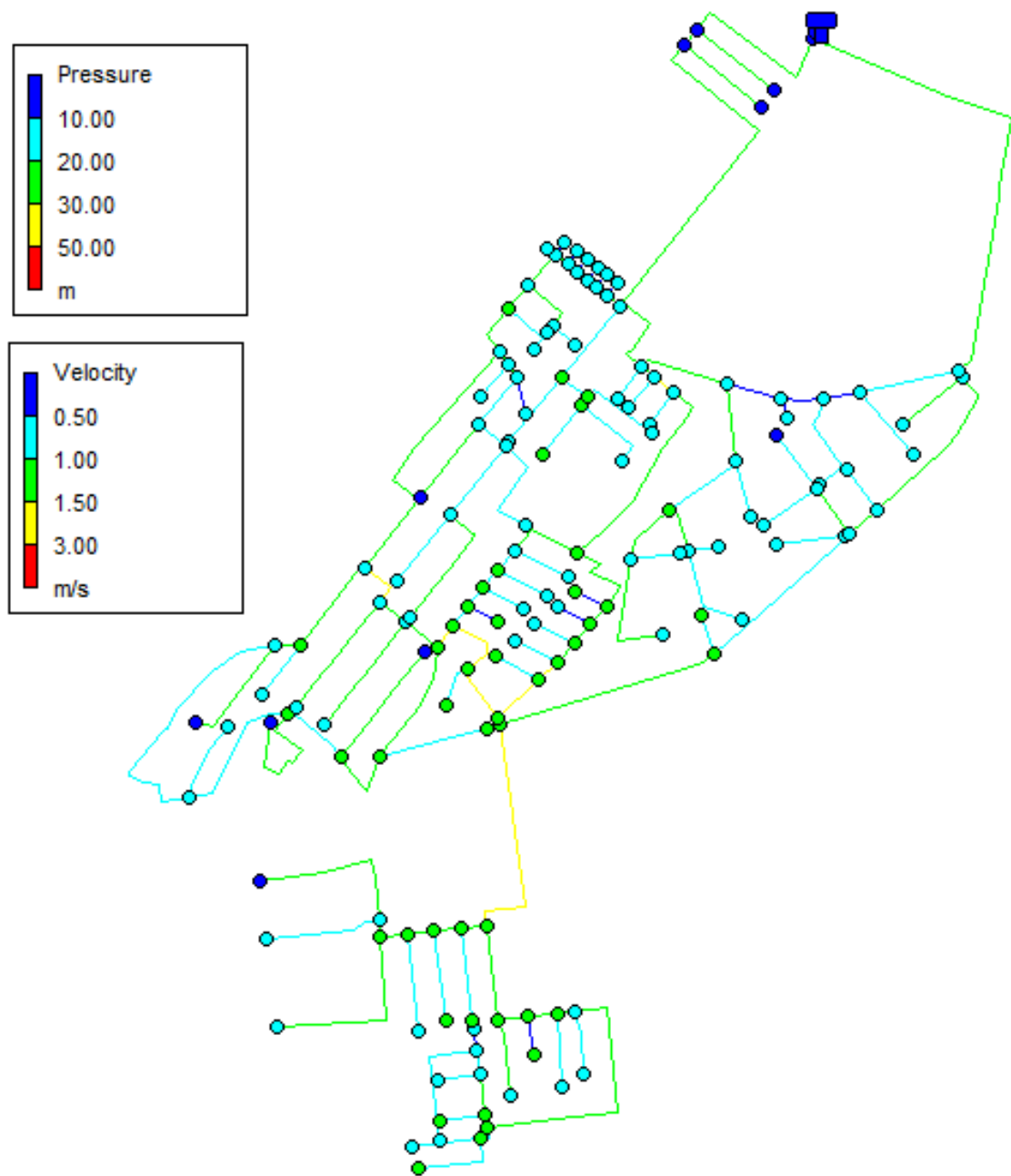


Figure 02: Carte de distribution des vitesses et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe + incendie)