الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS
"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"



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 Menaceur (wilaya TIPAZA)

Présenté par :
BELAYADI Mounsif

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
SALAH Boualem	Professeur	Président
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Examinateur
BENCHIHEB Nedjoua	M.C.B	Examinateur
KADI Latifa	M.A.A	Promoteur

Session Juin 2023

Remerciement

*Nous remercions **ALLAH** le tout puissant d'avoir nous donner le courage, la volonté et la patience pour dépasser toutes les difficultés et pour réaliser ce travail.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, Madame **KADI LATIFA**. Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

J'adresse mes sincères remerciements à tous mes enseignants de l'ENSH, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie le président et le membre de jury pour honorer ma soutenance et pour d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Je remercie mes très chers parents et mes frères, qui ont toujours été là pour moi. Pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Dédicaces

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères ***Amina, Khaled, Youssef, et Imane****, pour leur appui et leur encouragement, et leur soutien moral.*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible.

Merci d'être toujours là pour moi.

A tous mes amis : ***meroune, Nadir, Imade , Khaiel , Ziyad, Hachmi et Mourad****.*

Et bien sur à Mon promoteur ***Madame KADI LATIFA.***

A mes collègues et professeurs de l'ENSH.

ملخص :

تعاني حاليا منطقة مناصر بولاية تيبازة من مشكل عويص من حيث التزويد بالمياه الصالحة للشرب و هذا يعود إلى قدم أنابيب شبكة التوزيع و صغر حجمها، أين سجلنا نسبة تسرب عالية

عبر الدراسة التي قدمناها، أعطينا في أول الأمر نظرة عامة عن مختلف المنشآت المكونة لنظام توزيع المياه

الصالحة للشرب للمدينة المعنية من الينابيع المائية و شبكة التوزيع ، وكذلك مختلف منشآت التخزين ثم انتقلنا إلى تقييم

.احتياجات السكان للمياه حتى سنة 2053 ، و كذلك تقديم مقارنة بين تلك الاحتياجات و ما هو متوفر

المرحلة التالية في العمل و هي محاكاة شبكة توزيع المياه بالاستعانة ببرنامج خاص(الأبنت) ، خلال هذه الخطوة

استطعنا تشخيص الخلل و اقتراح حلول عاجلة لتحسين الوضعية الحالية ثم التخطيط لسنة ،2053 و نظرا إلى قدم أنابيب

شبكة التوزيع قد اقترحنا إعادة جل الشبكة .كما اقترحنا انشاء خزان جديد بسعة 3000 متر مكعب من جل توفير الاحتياجات. اضافة الى تطرقنا لطرق وضع الانابيب و ماهي الاحتياطات اللازمة من اجل بيئة عمل آمنة وختمناها بحساب قيمة المشروع المقترح.

Résume :

La région de Menaceur située dans la wilaya de Tipaza connaît actuellement un problème dans le domaine d'alimentation en eau potable, ce problème est dû essentiellement à l'état vétuste du réseau de distribution sous dimensionné où l'on enregistre un pourcentage élevé de fuites.

Dans cette étude, nous avons donné en premier lieu un aperçu général sur les installationsexistantes qui forment le système d'AEP de la ville de Menaceur : ressources hydrauliques,réseau et différents ouvrages de stockage, puis nous sommes passés à l'estimation des besoinsen eau de la ville jusqu'à l'année 2053 et nous avons comparé les ressources mobilisablesavec les besoins.

La deuxième partie du travail est consacrée à la simulation du comportement du réseau dedistribution, qui nous a permis de faire un diagnostic à l'aide de l'outil Epanet et faire apparaître lesdéfaillances dans le réseau, ensuite nous avons proposé des solutions pour remédieraux problèmes diagnostiqués.Et nous avons proposé de projeter un réservoir de 3000 m^3 pour satisfaire les besoins. Pour terminer, nous avons présenté les techniques de pose de canalisations et réalisé un devis pour notre projet.

Abstract :

Menaceur in Tipaza's wilaya threat region is currently experiencing a problem in the field of drinking water supply, this problem is mainly due to the dilapidated state of the under sized distribution network where a high percentage of leaks is recorded.

In this study, we first gave a general overview of the existing installations which form the AEP system of the city of threat: hydraulic resources, network and various storage works, then we went to the estimation of needs In the city waters until the year 2053 and we compared the resources that can be mobilized with needs.

The second part of the work is devoted to the simulation of the behavior of the distribution network, which allowed us to make a diagnosis (EPANET) and to reveal the failures in the network, then we proposed urgent solutions to remedy the diagnosed problems. And we proposed a 3000 m3 reservoir to satisfy the needs, in addition to seeing the techniques for laying pipes and the work safety. In the end we calculated the quote of our project.

SOMMAIRE

Introduction générale:..... 18

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1-l'introduction 20
I.2-Description générale de la zone d'étude : 20
I.3-Situation géographique : 20
I. 4-Situation Topographique : 21
I.5-Situation climatique : 21
I.5.1-Climat : 21
I.5.2-Température: 21
I.5.3- pluviométrie : 22
I.5.4-Humidité : 22
I.6-Géologie régionale : 23
I.7-Séismicité : 23
I.8-Activités : 24
I.9-Population : 24
I.10-les équipements : 24
I.11-situation hydraulique : 24
I.12-Conclusion : 26

Chapitre II: Estimation des besoins en eau

II.1-Introduction : 28
II.2 -Estimation de la population future : 28
II.3-Evaluation des débits : 29
II.3.1-Généralité : 29
II.3.2-Choix de la dotation : 29
II.3.3- Catégories des besoins en eau : 29
II.4-Evaluation de la consommation moyenne journalière : 30
II.4.1-Besoins domestiques: 30
II.4.2-Besoins scolaires: 31
II.3.3-Besoins administratifs : 31
II.3.4-besoins sanitaires : 32
II.3.5-besoins socioculturels : 32
II.3.6-Besoins globaux de l'agglomération : 33

II.3.6-Récapitulation des besoins en eau de la ville: 34
II.4-Variations de la consommation journalière : 34
II.4.1-Consommation maximale journalière : 34
II.4.2-Consommation minimale journalière : 35
II.5-Variations de la consommation horaire : 35
II.5.1-Consommation maximale horaire : 35
II.5.2-Consommation minimale horaire : 36
II.6-Régime de la consommation de l'agglomération : 37
II.6.1-Régime de consommation de l'agglomération en 2023 : 37
II.6.1-Régime de la consommation de l'agglomération à l'horizon 2053 : 39
II.7- Bilan Ressources-besoins de la zone d'étude : 40
II.7.Conclusion : 42

Chapitre III : Diagnostic de réseau d'AEP existant

III.1.Introduction : 44
III.2. Déroulement de l'étude : 44
III.2.1. Analyse et traitements des donnés : 44
III.3. Diagnostic physique du réseau de Menaceur : 44
III.3.1. Etat physique du réseau de distribution : 44
III.3.2. Etat physique des équipements du réseau (Accessoires): 46
III.3.3. Etat des réservoirs existants : 47
III.4 Diagnostic hydrauliques : 48
III.4.1.Démarche méthodologique : 48
III.4.2. La pression aux nœuds : 48
III.4.3 Calcul des débits de dimensionnement : 48
III.4.3.1. Cas de pointe (l'horizon 2021) : 48
III.4.3.1.1.résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel : 51
III.4.3.2. Cas de pointe + incendie (l'horizon 2023) : 56
III.4.3.2.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel 2023: 56
III.4.3.3 .Cas de pointe (l'horizon moyenne terme 2043) : 59
III.4.3.3.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2043 : 61
III.4.3.4. Cas de pointe + incendie (l'horizon 2043) : 65
III.4.3.4.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2043 : 65
III.5.Conclusion : 68

Chapitre IV : Réservoir de stockage.

IV.1.Introduction : 70
IV.2. Classification des réservoirs : 70
IV.2.1.Selon le matériau de construction : 70
IV.2.2.Selon la situation des lieux : 70
IV.2.3.Selon la forme : 70
IV.3.Rôle des réservoirs : 70
IV.3.1.Fonctions techniques 70
IV.3.2.Fonctions économiques 71
IV.4-Choix du type de réservoir : 71
IV.5. Emplacement des réservoirs : 71
IV.6. Principe de fonctionnement : 71
IV.6.1. La régulation du débit 71
IV.6.2. La régulation de pression 71
IV.6.3. La sécurité 72
IV.7. Méthodes de calcul des capacités des réservoirs : 72
IV.7.1. Le cas d'un réservoir tampon : 72
IV.7.2. Le cas d'un réservoir d'alimentation : 72
IV.7.2.1. La méthode analytique : 72
IV.7.2.2.Méthode graphique : 73
IV.8. Analyse de la capacité de stockage : 74
IV.8.1. Principe de calcul : 74
IV.8.1.1. Calcul du Débit d'apport (Qapp) : 74
IV.8.1.2. Les réservoirs existants : 76
IV.8.1.3. ANALYSE DES RESULTATS : 77
IV.9. Dimensionnement du réservoir : 77
IV.10. Les équipements des réservoirs : 78
IV.10.1. Conduite d'adduction : 78
IV.10.2. Conduite de distribution : 78
IV.10.3. Conduite du trop-plein : 79
IV.10.4. Conduite de vidange : 79
IV.10.5. Conduite BY-PASS : 79
IV.10.6. Matérialisation de la réserve d'incendie : 79
IV.11. Etat des réservoirs existants : 80
IV.12.Conclusion : 80

Chapitre V : Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2053.

V.1.Introduction : 82
V .2-Le système d'AEP : 82
V.3-Choix du type de réseau : 82
V .3.1. Réseau ramifié : 82
V .3. 2. Réseau maillé : 82
V .3.3. Réseau combiné ou mixte : 83
V. 4. Conception du réseau de distribution : 83
V .5. Choix du type de matériaux : 84
V.5.1-Tuyaux en P.E.H.D : 84
V.5.1.1-Les avantages : 84
V.5.1.2-Les inconvénients : 84
V.5.2-Tuyaux en PVC : 84
V.5.2.1-Les avantages : 84
V.5.2.2-Les inconvénients : 84
V .6. Choix du système de distribution : 84
V. 7. Principe de tracé du réseau : 85
V .8. Calcul hydraulique du réseau de distribution : 85
V .8.1. Hypothèses de calcul : 85
V.8.2 Calcul des débits de dimensionnement : 86
V.8.2.1 Cas de pointe : 86
V.8.2.2. Cas de pointe +incendie : 90
V.9. Détermination des paramètres hydrauliques du réseau : 90
V.9.1. Cas de pointe : 90
V.9.2. Cas de pointe +incendie : 97
V.10.Conclusion : 103

Chapitre VI : pose de canalisation et accessoires.

VI.1.Introduction : 105
VI .2. Pose de canalisation : 105
VI .2.1. Type de canalisation : 105
VI .2.1.1.Tubes PEHD : 105
VI.2.1.2.Caractéristiques de tube PEHD : 105
VI .2.2 . Principe de pose des canalisations : 106
VI .2.3. Critères de choix des canalisations : 107
VI .2.3.1. Choix des canalisations en fonction du liquide transporté : 108

VI .2.3.2. Choix des canalisations en fonction du type de sol : 108
VI .2.4. Pose des conduites : 108
VI .2.4.1. Pose des canalisations en tranchée ouverte : 108
VI.2.4.2.Pose de canalisation dans un terrain ordinaire : 109
VI.2.4.3. Cas de Butées d'un coude : 110
VI.2.5. Mise en Œuvre : 110
VI.2.5.1. Excavation des tranchées : 110
VI.2.5.2: Lit de sable : 111
VI.2.5.3. L'enrobage : 111
VI.2.5.4. Le remblayage supérieur : 111
VI.2.6. Technique d'assemblage des canalisations : 112
VI.2.6.1. Conditions de soudage : 113
VI .2.6.2. Étapes principales du soudage bout à bout: 113
VI.3 .Les accessoires et pièces spéciales en AEP : 114
VI. 3 .1.Les accessoires du réseau : 114
VI.3.1.1. Organes accessoires utilisés dans le réseau : 114
VI.2 2. Les pièces spéciales de raccordements : 117
VI.4 .Conclusion : 119

Chapitre VII : Organisation de chantier.

VII .1. Introduction : 121
VII .2. Définition de l'organisation de chantier : 121
VII .3. Réalisation du réseau d'AEP : 122
VII .3.1. Implantation des tracés des tranchées sur le terrain : 122
VII .3.2. Excavation des tranchées : 122
VII .3.3. Aménagement du lit de pose des conduites : 123
VII .3.4. Pose des conduites : 123
VII. 4. Les opérations pour la réalisation du réseau : 124
VII. 4.1. Calcul de la profondeur de la tranchée Htr : 124
VII. 4.2. Calcul de la Largeur de la tranchée : 124
VII. 4.3. Calcul le volume de Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron : 125
VII. 4.5. Calcul du volume de déblai : 125
VII. 4.6. Calcul du volume de sable pour le lit de pose : 126
VII. 4.7. Calcul du remblaiement des tranchées : 127
VII.4.8.calcule de réservoir : 127
VII.4.8.1.le diamètre extérieur : 128

VII.4.8.2.le volume de décapage : 128
VII.4.8.3.le volume de déblai : 128
VII.4.8.4.Le volume de béton de propreté (sous radier) : 128
VII.4.8.5.Volume de béton armé (radier) : 128
VII.4.8.6.Le volume de béton armé des parois : 128
VII.4.8.7.Le volume de béton armé de coupole : 129
VII .5. Protection Et Sécurité Du Travail : 129
VII .6. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique : 129
VII .6.1. Facteurs humains : 129
VII .6.2. FACTEURS matériels : 130
VII .7. Liste des actions dangereuses : 130
VII .8. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents : 130
VII .8.1. Protection individuelle : 130
VII .8.2. Autre protections : 130
VII .9 Choix des engins de terrassement : 130
VII .9.1. Pelle hydraulique : 131
VII .9.2. Bulldozer : 131
VII .9.3. Chargeur : 131
VII .9.4. Compacteur : 131
VII.10. Devis estimatif et quantitatives : 131
VII.11. Conclusion : 132
Conclusion génerale:……157

Liste des tableaux

Tableau I.1 : valeurs moyennes mensuelles des températures 22
Tableau I.2 : pluviométrie moyennes mensuelles 22
Tableau I.3 : Humidité relative en pourcentage 22
Tableau I. 4 : Les équipements des agglomérations 24
Tableau I.5 : Caractéristiques du champ de captage d'AinKhelil 25
Tableau II.1 : Répartition de la population pour différents horizons 28
Tableau II.2 : Besoins domestiques moyens de différents horizons 30
Tableau II.3 : Besoins scolaires moyens 31
Tableau II.4 : Besoins administratifs moyens 32
Tableau II.5 : Besoins moyens sanitaires 32
Tableau II.7 : récapitulatif de la consommation moyenne totale 33
Tableau II.8 : taux d'augmentation global 33
Tableau II.9 : calcule les débits d'équipement pour les différents horizons 34
Tableau II.10 : Récapitulation des besoins en eau à différents horizons. 34
Tableau II.11: Calcul des consommations maximale et minimale journalières. 35
Tableau II.12 : Variation de β_{max} et β_{min} en fonction du nombre d'habitant. 36
Tableau II.13: Calcul des consommations maximales, minimales, et horaires 37
Tableau II.14: Variation des débits horaires (2023) 37
Tableau II.14: Variation des débits horaires (2023) (suite) 38
Tableau II.15: Variation des débits horaires (2053) 39
Tableau II.16: Production des ressources disponibles 40
Tableau II.17: Bilan Ressources-Besoins à différents horizons 41
Tableau. III.1 : Linéaire du réseau existence selon le diamètre et matériaux «Menaceur» 45
Tableau. III.2:Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) : 50
Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023. 51
Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe à l'horizon (2023). 52
Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) 60
Tableau IV.1: Détermination de la capacité du stockage nécessaire 75
Tableau IV-2: Bilan de capacité de stockage. 76
Tableau IV.3: caractéristique de réservoir projeter. 77
Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux du réseau projeté cas de pointe 87
Tableau. V.2 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (cas de pointe). 90
Tableau. V.3 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe). 92

Tableau. V.5 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (Cas de pointe+ incendie). 97
Tableau. V.6 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe+ incendie). 99
Tableau VII.1: Calcul du volume de décapage 125
Tableau VII.2: Calcul du volume de déblai 126
Tableau VII.3: Calcul du volume de sable. 126
Tableau VII-4: Calcul du volume des remblais 127
Tableau V.II.5.DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF..... 132

Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Menaceur……...21

Figure I.2 : Carte topographique Menaceur, altitude, relief (Openstreetmap) 21

Figure I.3 : Carte des zones sismiques en Algérie..... 23

Fig II.1 : Evolution de la population de Menaceur..... 29

Fig II.2 : Graphique de la consommation journalière (2023) 38

Fig II.3: Courbe de la consommation cumulée..... 38

Fig II.4: Graphique de la consommation journalière en 2053 40

Fig II.5 : Courbe de la consommation cumulée (2053). 40

Fig II.6 : Bilan Ressources-Besoins de Menaceur réduire la taille de la figure 42

Figure III.1. : Répartition linéaire du réseau existence selon le diamètre et matériaux..... 45

Fig III.2. Fuite dans la conduite PVC 90mm (SEEAL2023)..... 139

Fig III.3.Fuite dans la conduite AMC 100mm 139

Fig III.4. Conduite en PEHD 50mm cassée (SEEAL2023) 139

Fig III.5. Conduite en AG 50mm cassée 139

Fig III.6. Conduite en PEHD 110mm et AG 50mm. (SEEAL2023)..... 46

Fig III.7.robinet vanne de 100mm et regard (SEEAL2023)..... 140

Fig III.8. regard et robinet vanne 110mm. (SEEAL2023)..... 47

Fig III.7. Regard et robinet vanne 90mm (SEEAL2023) 140

Fig III.8. regard et vanne (SEEAL2023)..... 140

Fig III.10. Réservoir semi-enterrée de capacité de 300 m^3(SEEAL2023)..... 48

Fig III.10. Regard des vannes (le départ de réservoir) et conduite d'arrivé au réservoir 300 m3 . 50

Figure .III .11 : Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2023) .. 52

Figure III.13: Résultats de simulation (affichage des nœuds) du réseau existant (Etat des pressions et vitesses au réseau) Cas de point l'horizon 2023 55

Figure III.12: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2021)……53

Figure. III.15 : Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point + incendie) l'horizon 2023. 54

Figure III.16 : Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2023. 57

Figure III 17: Simulation du réseau existant (Etat des pressions au réseau) Cas de pointe+incendie l'horizon 2021(afficher les noeuds)..... 58

Figure III.19: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point) l'horizon 2043 61

Figure III.20: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2043) .. 62

Figure III .21: Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions et vitesses au réseau) Cas de pointe (l'horizon 2041) 64
Figure III.23: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2043 65
Figure III.24 : Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2043 66
Figure III.28 : Résultats de simulation (afficher les nœuds) du réseau existant (Etat des pressions et vitesses au réseau) Cas de pointe+incendie l'horizon 2043 67
Figure IV.1. La courbe d'apport et la courbe de consommation totale. 73
Figure IV.2 : conduite d'adduction 78
Figure IV.3 : conduite de distribution…….. …78
Figure IV.4 : Matérialisation de la réserve d'incendie…… …79
Figure V.1: schéma d'un réseau ramifié..... 82
Figure V .2 : schéma d'un réseau maillé 83
Figure V.3 : schéma d'un réseau mixte. 83
Figure. V .4: Distribution des pressions dans le réseau projeter (cas de point)..... 94
Figure .V.5 : Distribution des vitesses dans le réseau projeter (cas de point) 94
Figure V.6: Courbe de distribution de pression..... 95
Figure V .7 : Résultats de simulation de Vitesses et pressions pour le cas de Pointe. 96
Figure. V .8 : Distribution des vitesses dans le réseau projeter (cas de point+ incendie). 100
Figure .V.9 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+ incendie)..... 101
Figure V.10 : Courbe de distribution de pression après de l'installation de vanne de réduction de pression (cas de pointe +incendie) 101
Figure V.11 : Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe + incendie 102
Figure V.12 : courbe de distribution de pression avant la réhabilitation..... 103
Figure V.13 : courbe de distribution de pression après la réhabilitation 103
Figure VI .1 : marquage tube en PEHD..... 105
Figure VI.2 : Pose des canalisations en tranchée ouverte (google image 2023) 109
Figure VI .3: pose de canalisation dans un terrain ordinaire (SALAH B., 2014)..... 109
Figure VI.4: Schéma des butées 110
Figure VI.6: Etapes du soudage bout à bout..... 113
Figure VI.7 : Robinet à papillon à brides 115
Figure VI.8 : Vanne à opercule 115
Figure VI.9 : Ventouse 116
Figure VI.10 : Le poteau d'incendie..... 116
Figure VI.11 : Débitmètres..... 117

Figure VI.12 : Manomètre à soufflet 117
Figure VI.13 : Manomètre à capsule 117
Figure.VI.14:Manomètre à membrane 117
Figure VI.15 : Cône à bride 118
Figure.VI.16 : croix de fonte brides 118
Figure VI.17 : manchons en polypropylène 118
Figure VI.20: Coude 119
Figure VI.21 : Les tés 119
Figure VII .1 : Fonctions du directeur de chantier 121
Figure VII.2: schéma de pose d'une conduite 123
Figure VII .3 : Pose de la conduite dans la tranchée 124

Liste des planches :

Planche 01 : Plan de réseau de distribution existant de la commune de Menaceur (W.TIPAZA).

Planche 02 : plan de réseau de distribution réhabilites de la commune de Menaceur (W.TIPAZA).

Planche 03 : la détaille des nœuds.

Planche 04 : plan de réservoir.

Introduction générale

Introduction générale:

L'eau, source de la vie et de développement, compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement social et économique du pays. Le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau, cette dernière doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilité et à une pression et quantité suffisantes. Le centre urbain Menaceur chef-lieu sis dans la wilaya de Tipaza 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. Pour remédier à ce problème, nous sommes appelés à diagnostiquer et trouver des solutions pour satisfaire les besoins de la population. Le diagnostic fonctionnel est réalisé à l'aide du logiciel Epanet et ce pour plusieurs horizons : état actuel (2023), futur : 2043 et 2053, pour proposer par la suite une réhabilitation du réseau dans le but d'optimiser le réseau pour satisfaire les besoins en eau de la région d'étude actuellement et sur un horizon de 30 ans. Pour mener à bien notre étude, ce mémoire se composera de 7 chapitres :

1. Présentation de la zone d'étude : dans lequel est effectuée une analyse de la zone d'étude de différents contextes en exploitant toutes les données disponibles.

2. Calcul des besoins en eaux de la zone d'étude : nous y réalisons une estimation des besoins en eau des différents secteurs de la zone d'étude aux différents horizons considérés.

3. Diagnostic physique et Hydraulique du système actuel : une modélisation et un diagnostic du réseau sont élaborés dans ce chapitre en vue de la détection des anomalies et les problèmes à résoudre.

4. Réservoir de stockage: nous étudions le volume de stockage nécessaire à notre ville afin de prévoir éventuellement un nouveau réservoir.

5. Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2053 : nous étudions un nouveau tracé du réseau pour améliorer son rendement, en gardant les tronçons qui sont en bon état.

6. Pose de canalisation et accessoires : on y résume les accessoires qui appartiennent à notre réseau ainsi que les techniques de posedes conduites.

7. organisation de chantier : nous concluons avec un plan de réalisation des travaux et une évaluation financière du projet.

Chapitre -I-
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1-l'introduction

L'objectif de ce chapitre est de donner un aperçu général de la zone de Menaceur, en abordant la situation démographique, géographique, topographique, climatique, sismique et hydraulique. Notre but étant de réaliser un bon diagnostic du réseau de distribution d'eau potable de l'agglomération étudiée.

I.2-Description générale de la zone d'étude :

Menaceur est une commune algérienne de la wilaya de Tipaza qui s'étend sur une superficie de 191,15 Km^2 se trouvant à une distance de 80km d'Alger et 13 km au sud-est de Cherchell.



Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Menaceur (https://fr.wikipedia.org/wiki/Menaceur, 2023).

I.3-Situation géographique :

- Le chef-lieu de la commune de Menaceur, est situé à environ 10 km à vol d'oiseau de la mer à 208 mètres d'altitude, elle est limitée par :

- Sidi Amar et Cherchell au Nord
- Merad à l'Est
- Sidi Semiane à l'Ouest
- Ben Allal (Wilaya d'Ain Defla) , Ain Torki (Wilaya d'Ain Defla) ,Arib (Wilaya d'Ain Defla) au Sud

- La commune est constituée de six localités :
  - Béni Abdallah
  - Béni Bousalah
  - Fadjana

- Ouled Larbi (Ighzer Islane)
- Menaceur
- Tidaf et tamloul

- La ville de Menaceur a pour coordonnées géographiques :
  - Latitude: 36° 29' 41" nord
  - Longitude: 2° 14' 26" EST

I. 4-Situation Topographique :

Le levé topographique est le support indispensable pour l'exécution du projet, il a pour objet la détermination des profils en long, le choix des tracés, et les lieux propices à l'implantation des réservoirs.

La zone d'étude est sillonnée par plusieurs talwegs avec un relief généralement dénude et en pentes plus ou moins fortes.

On peut relever plusieurs sous bassins versants qui donnent formation en partie aux bassins versants du barrage de Boukourdane et du transfert Nador Boukourdane. L'altitude moyenne est d'environ 218 m.

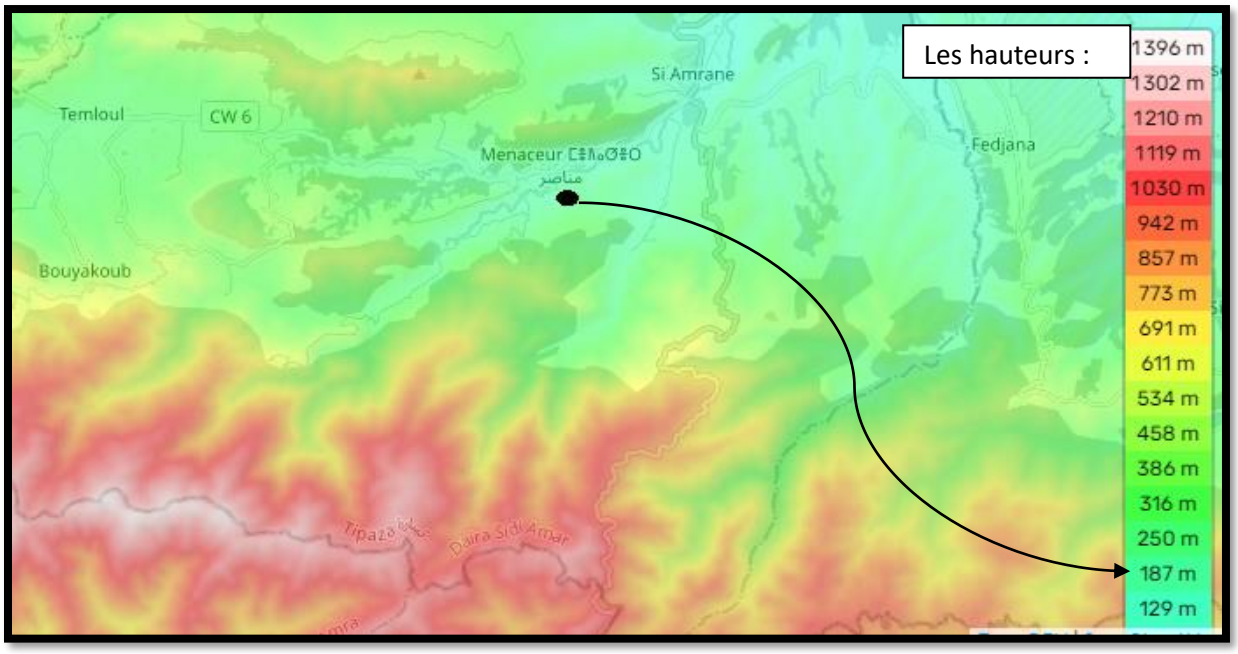


Figure I.2 : Carte topographique Menaceur, altitude, relief (Openstreetmap 2023)

I.5-Situation climatique :

I.5.1-Climat :

Le climat de notre zone d'étude est de type méditerranéen entre subaride et humide avec une pluviométrie moyenne de 675 mm par an et une température moyenne de 13°c.

I.5.2-Température:

Les températures moyennes sur une période d'observation de 10 ans (2003-2013) sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : valeurs moyennes mensuelles des températures

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (c°)	13.07	13.17	14.87	16.9	19.07	22.77	25.93	27.13	24.13	22.4	16.93	14.43

Source (DRE TIPAZA 2023)

I.5.3- pluviométrie :

- Les coordonnées de la station pluviométrique sont :

- X : 448,75
- Y : 4040,25

Les pluies moyennes mensuelles de la période (1978-2018) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : pluviométrie moyennes mensuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	$P_{MOY\ annuel}$
$P_{mens}(mm)$	157	116	52.7	51	51.7	6.3	1	1	23.7	51.3	142	134	65.64

Source (DRE TIPAZA 2023)

A partir du tableau on déduit que :

- Le mois le plus pluvieux est celui de janvier avec une précipitation moyenne de 157mm avec une période de retour de 10 ans.
- Les mois les plus secs sont juillet et aout avec une précipitation moyenne de 1 mm sur une période de retour de 10 ans.

- La station prise en considération dans notre région d'étude, fait ressortir deux périodes distinctes une saison sèche et une autre humide.

I.5.4-Humidité :

L'humidité relative à la région est très importante avec une valeur moyenne annuelle de 68%.

Le tableau suivant donne les valeurs de l'humidité durant la période (1978-2018).

TableauI.3 : Humidité relative en pourcentage

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité relative%	69	68	75	63	66	71	76	71	65	62	64	64

Source (DRE TIPAZA 2023)

I.6-Géologie régionale :

La zone d'étude est caractérisée par les formations géologiques suivantes :

- Quaternaire continental (alluvions, regs et terrasses).
- Pliocènes (conglomérâtes, marnes, mollasses, grés et formation dunaires).
- Villafranchien (calcaires lacustres, argile).
- Pliocènes marin (conglomérâtes, marnes bleues, mollasses et grés).
- Miocène supérieur marin (calcaire, grés et argile)
- Miocène inférieur marin
- Crétacé supérieur
- Crétacé inférieur
- Jurassique
- Trias
- Perm-trias (grés rouge et conglomérats)
- Précambrien (schistes et grés)

I.7-Séismicité :

Après avoir consulter le document réglementaire DTR-BC.248 donnant les règles parasismiques algériennes R.P.A (édition 99) élaboré par CGS (centre national de recherche appliquée en génie parasismique), le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante, c'est-à-dire :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone IIa : sismicité moyenne
- Zone IIb : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité élevée

Un zoning sismique a été établi suite au séisme du 21 mai 2003 qui a touché la région de Boumerdes et ses environs. Notre zone d'étude est classée dans la zone sismique **III (sismicité élevée).**

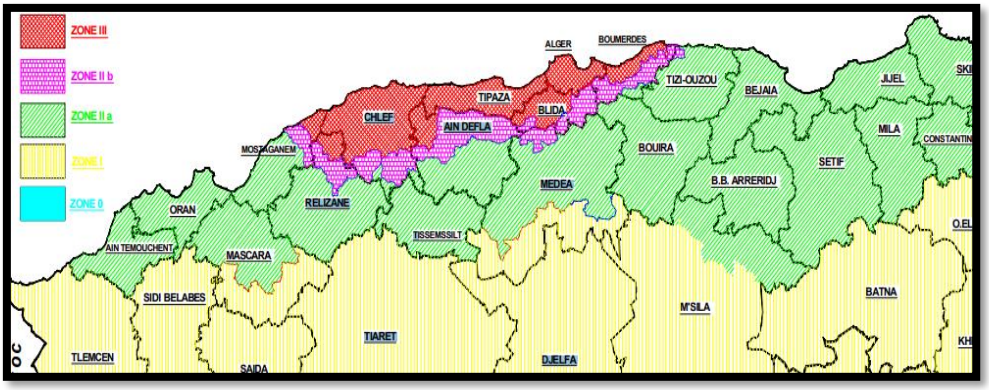


Figure I.3 : Carte des zones sismiques en Algérie

I.8-Activités :

La commune de Menaceur a un caractère semi rural, caractérisé par :

- L'activité agricole et l'absence de l'élevage
- L'absence d'industrie.
- L'absence de projet d'envergure régional ou national.
- L'insuffisance des programmes de logements.
- L'absence de projets socioculturels.

I.9-Population :

La population totale de la commune est estimée à 25480 habitants, Environ 4% de la population totale de la wilaya de Tipaza, d'après le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2008).On note 8502 habitants au niveau du chef-lieu de Menaceur.

I.10-les équipements :

D'après les données fournies par l'assemblée populaire communale (A.P.C) les équipements dans la zone d'étude se répartissent comme suit :

Tableau I. 4 : Les équipements des agglomérations

Equipements	Nature d'équipement
Scolaires	• 5 écoles primaires • 2 CEM • Lycée • Centre de formation
Administratifs	• APC • Siège PTT • Brigade de Gendarmerie • Brigade de police
Sanitaires	• Polyclinique
Socioculturels	• 2 Mosquées • Ecole coranique • Stade • Maison de jeune • Bibliothèque

I.11-situation hydraulique :

- Le réseau de distribution du chef-lieu de la commune de Menaceur est alimenté actuellement par quatre réservoirs qui sont :

- Réservoir RV625 m^3 Menaceur (CR= 230m CTP= 234m).
- Réservoir RV150 m^3Boukabous (CR= 203m CTP= 206m).
- Réservoir RV300 m^3 Centre-ville (CR= 198m CTP= 203m).
- Réservoir RV 200 m^3AinKhelil (CR= 218 m, CTP= 222m).
- Réservoir RV75 m^3Bouhrbi (CR= 215m CTP= 218m) est aujourd'hui Hors service.

- L'alimentation des réservoirs cités ci-dessus est assurée actuellement depuis :

  - Le champ captant d'AinKhelil, composé de trois forages (F1, F2 et F2 Bis) qui refoulent vers une bâche de reprise d'une capacité de 60 m^3, ensuite la station d'AinKhelil refoule vers le réservoir au sol 200 m^3 via une conduite en PEHD DN110.Les caractéristiques des forages sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau I.5 : Caractéristiques du champ de captage d'AinKhelil

localité	Nom du forage	Caractéristique des forages			
		D (mm)	Profondeur (m)	$Q_{max}(l/s)$	$Q_{expl}(l/s)$
Menaceur	F1	110	125	15	7
	F2	110	100	15	10
	F2 Bis	110	123	15	8

Source (SEAAL TIPAZA 2023)

  - La source de Verrerie avec **20m^3/h**de débit, alimente une bâche d'eau d'une capacité de 100 m^3, ensuite une station de pompage refoule vers les trois réservoirs RV625, RV150 et RV300.
  - La source de Sidi Abdallah avec un débit de **13m^3/h**, alimente uniquement le réservoir 625 m^3 de Menaceur. Cette source est très vulnérable en été.

- Le réseau de distribution du chef-lieuMenaceur est un réseau très dégradé composé de plusieurs diamètres et différents matériaux : amiante-ciment, PVC, PEHD et acier galvanisé.

I.12-Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes caractéristiques de notre zone d'étude. Nous pouvons conclure qu'il s'agit d'une région de moyenne à faible pente, de sismicité importante, soumise à un climat méditerranéen. L'alimentation en eau potable de la commune de Menaceur est assurée à partir de champ de captage composé de trois forages et deux sources.

Chapitre II
Estimation des besoins en eau potable

II.1-Introduction :

On procède, dans ce chapitre, à l'évaluation des besoins en eau potablede notre agglomération en se basant sur les données du recensement national de la Population, les statistiques relatives au taux de natalité, les caractéristiques économiques de l'agglomération et le plan d'urbanisme.

Cette évaluation varie considérablement en fonction de l'évolution démographique, des Caractéristiques et des habitudes de la population, du climat de la région, de la taille de la Localité, ainsi que du rythme des activités humaines.

II.2 -Estimation de la population future :

Les réseaux d'alimentation en eau potable sont conçus pour satisfaire les besoins à long terme, c'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'estimer la population future, nous prendrons un horizon de 30 ans et nous adopterons un taux d'accroissement de 3.87% (APC Menaceur) en se basant sur la formule des intérêts composés ci-après :

$$P_n = P_0(1+\tau)^n$$

Avec :

- P_n: la population à l'horizon de calcul.
- P_0: Population à l'année de référence.
- τ : Taux d'accroissement de la population en % qui dépend de plusieurs facteurs:
  - Mode de vie.
  - L'éducation (planning familial).
  - Le développement socioculturel.
- **n** : Nombre d'années séparant les deux horizons

Selon le dernier recensement général de la population et l'habitat effectué en 2008, la population du chef-lieu Menaceur est estimée à 8502 habitants.

Tableau II.1 : Répartition de la population pour différents horizons

Année	2008	2023	2033	2043	2053
Population	8502	15027	21697	32113	46944

Source : (DRE W.TIPAZA 2023)

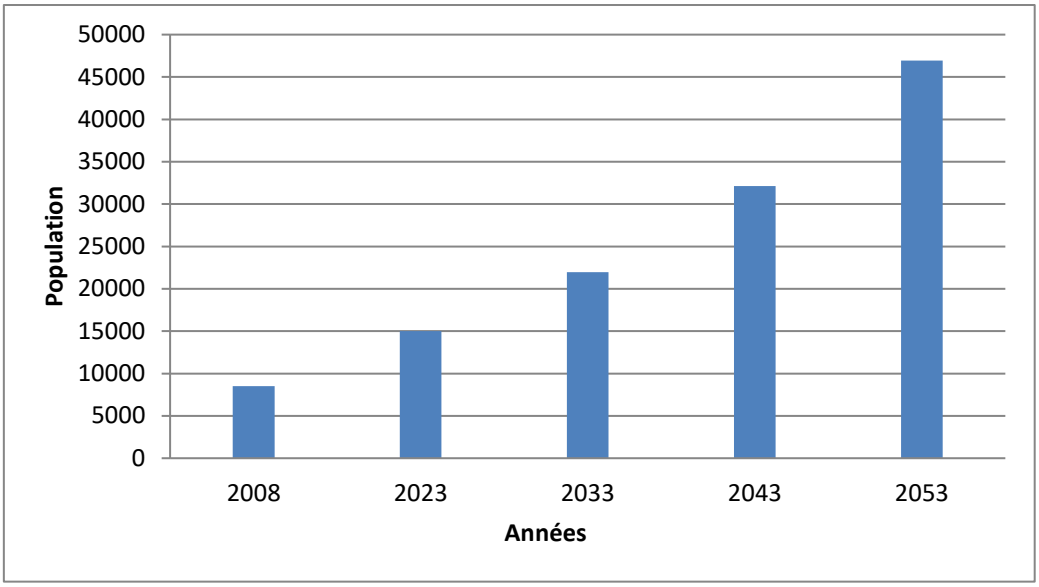


Fig II.1 : Evolution de la population de Menaceur

II.3-Evaluation des débits :

II.3.1-Généralité :

Les quantités des eaux de consommations sont à considérer selon les valeurs des débits de pointe qui conditionnent explicitement le dimensionnement des conduites, les débits seront évalués sur la base des consommations d'eaux globales de l'agglomération observée au jour de la forte consommation de l'année ,rapporté à l'unité habitant sur une période de 24 heures. (Salah B. Livre D'AEP, ENSH 2014)

II.3.2-Choix de la dotation :

En plus de la situation économique du consommateur, de la disponibilité des ressources, de l'utilisation des équipements domestiques modernes et de l'activité industrielle qui influent sur la variation des besoins d'une agglomération, nous avons une variation saisonnière qui atteint un minimum en hiver et un maximum en été, résultante d'une consommation plus élevée au temps chaud et en se basant sur les tendances et les recommandations internationales la dotation moyenne par habitant et par jour, sans tenir compte de l'industrie, se situe comme suit :

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

II.3.3- Catégories des besoins en eau :

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Mais avant tout projet d'alimentation en eau potable, Il est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération. Pour l'étude de la commune, il est nécessaire de se pencher sur les différentes catégories de besoins telles que :

- Besoins domestiques.
- Besoins scolaires.
- Besoins sanitaires.

- Besoins administratifs.
- Besoins socioculturels.

Il est très difficile d'évaluer avec précisions les besoins en eau d'une agglomération à cause de l'absence des systèmes de comptage au niveau des réservoirs et des conduites de distribution.

II.4-Evaluation de la consommation moyenne journalière :

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement du développement sanitaire et les habitudes de la population. Pour les petites agglomérations la dotation varie de 60 à 100 l/j/hab et de 100 à 200 l/j/hab pour les grandes agglomérations. Pour notre projet il s'agit d'une agglomération moyenne et d'après la direction de ressource en eau de la wilaya de Tipaza, la dotation actuelle de la commune de Menaceur est de 150 l/j/hab.

II.4.1-Besoins domestiques:

L'estimation des besoins domestiques en eau potable dépend de l'accroissement démographique et de l'amélioration du niveau de vie. La consommation moyenne journalière de la zone concernée par l'étude, est égale à la dotation que multiplie le nombre total des habitants.

$$Q_{moyj} = \frac{1}{1000} \times dot \times N \quad (m^3/j)$$

Avec :

- **$Q_{moy\ j}$**: consommation moyenne journalière en (m3/j).
- **dot**: Dotation moyenne en (l/j/hab).
- **N**: Nombre d'habitant

Tableau II.2 : Besoins domestiques moyens de différents horizons

Horizon	Population	Dotation (l/j/hab)	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)
2023	15027	150	2254,05
2033	21967	180	3954.06
2043	32113	200	6422.6
2053	46944	250	10327,61

Source : (DRE W.TIPAZA 2023)

Les autres catégories d'usagers, représentés par les éventuels demandeurs d'eau, selon les différents besoins recensés sont :

Les besoins sanitaires, scolaires, administratifs, socioculturels et culturels.

II.4.2-Besoins scolaires:

En principe, les besoins scolaire à estimer dépendent du mode de séjour des élèves dans l'établissement (externat/internat). Pour le cas d'externat , il s'avère très délicat de déterminer la norme consommée du fait du séjour très réduit des élèves, de ce fait nous adoptons une norme estimée à 15 l/j/élève.(Salah B. Livre D'AEP, ENSH 2014)

- On prend une dotation pour l'école primaire : 15 l / j / Elève.
- On prend une dotation pour le CEM + Lycée+ centre de formation : 15 l / j / Elève

Les résultats de calcul se traduisent dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Besoins scolaires moyens

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)
5 écoles primaires	élève	750	15	11.25
2 CEM	élève	960	15	14.4
Lycée	élève	737	15	11.055
Centre de formation	élève	500	15	7.5
Total				**44.205**

II.3.3-Besoins administratifs :

Nous adoptons les dotations suivantes pour la catégorie administrative :

- On prend une dotation pour l'APC : 15 l/j/ Employé
- On prend une dotation pour siège PTT: 15 l/j/ Employé
- On prend une dotation pour le Brigade de gendarmerie : 20 l/j/ agent
- On prend une dotation pour le Brigade de police: 20 l/j/ agent

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.4 : Besoins administratifs moyens

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)
APC	employé	60	15	0.9
Siège PTT	employé	13	15	0.195
Brigade de gendarmerie	AGENT	46	20	0.92
Brigade de police	AGENT	35	20	0.7
Total				**2.715**

II.3.4-besoins sanitaires :

Nous adoptons les dotations suivantes pour la catégorie sanitaire:

- On prend une dotation pour un lit : 200 l/j/lit

Les résultats de calcul traduisent dans le tableau suivant :

Tableau II.5 : Besoins moyens sanitaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)
Polyclinique	lit	45	200	**9**

II.3.5-besoins socioculturels :

Nous adoptons les dotations suivantes pour la catégorie socioculturelle:

- On prend une dotation pour la mosquée : 15 l/j/fidèle
- On prend une dotation pour l'école coranique :10l/j/fidèle
- On prend une dotation pour le stade : 5000 l/j/vestiaire
- On prend une dotation pour la maison de jeune : 50 l/j/personne
- On prend une dotation pour la bibliothèque : 10 l/j/lecteur

Les résultats de calcul traduisent dans le tableau suivant :

Tableau II.6 : Besoins moyens scolaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)
2 mosquées	fidèle	1600	15	24
Ecole coranique	fidèle	80	10	0.8
Stade	vestiaire	1	5000	5
Maison de jeune	personne	30	50	1.5
Bibliothèque	lecteur	100	10	1
Total				**27.3**

II.3.6-Besoins globaux de l'agglomération :

Les besoins totaux en matière d'eau potable de la commune de Menaceur (chef lieu) sont résumés sur le tableau ci-dessous pour l'horizon 2053.

Tableau II.7 : récapitulatif de la consommation moyenne totale

Catégories de consommateurs	Consommation journalière (m3/j)
Besoins scolaires	44.205
Besoins administratifs	2.715
besoins sanitaires	9
besoins socioculturels	27.3
Total	**83.22**

Nous avons déjà calculé les besoins domestiques pour les différents horizons et pour les besoins d'équipements publics nous allons admettre un taux d'augmentation global de tous les secteurs de la commune :

Tableau II.8 : taux d'augmentation global

Horizon	taux de croissance
2033 (court terme)	10%
2043 (moyen terme)	20%
2053 (long terme)	30%

Source : (DRE W.TIPAZA 2023)

-Donc on calcule les débits d'équipement pour les différents horizons :

Tableau II.9 : calcule les débits d'équipement pour les différents horizons

Horizon	taux de croissance	$Q_{équipement}$futur (m^3/j)
2033 (court terme)	10%	91.542
2043 (moyen terme)	20%	99.864
2053 (long terme)	30%	108.186

II.3.6-Récapitulation des besoins en eau de la ville:

Les besoins moyens totaux en eau du chef-lieu Menaceur sont donnés par le tableau ci-dessous :

Tableau II.10: Récapitulation des besoins en eau à différents horizons.

Zone	Horizon	Besoins domestiques (m^3/j)	Besoins d'équipements de base (m^3/j)	consommation moyenne journalière totale (m^3/j)
Menaceur	2023	2254,05	83.22	2337.27
	2033	3954.06	91.542	4045.602
	2043	6422.6	99.864	6522.464
	2053	10327,61	108.186	10435.796

II.4-Variations de la consommation journalière :

La consommation journalière maximale est la base qui prédétermine le dimensionnement de l'ensemble des infrastructures hydrauliques, qu'il s'agisse des adductions (gravitaires ou par refoulement), des réseaux d'AEP, des capacités de stockage, ou des installations de pompage.

II.4.1-Consommation maximale journalière :

Elle est définie par le coefficient d'irrégularité journalière maximum ($K_{max.j}$) qui tient compte des variations journalières de la consommation. Il représente le rapport de la consommation maximale journalière à la consommation moyenne journalière.

$$K_{max\,j} = \frac{Q_{max\,j}}{Q_{moyj}}$$

Avec :

$\mathbf{K_{max\,j}}$=(1,1 1,3)

On prend $\mathbf{K_{max\,j}}$ **=1.3**

Ce coefficient nous permet de savoir de combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

II.4.2-Consommation minimale journalière :

Elle est définie à partir du coefficient d'irrégularité journalière minimum (Kmin, j) qui est déterminé comme étant le rapport de la consommation minimale journalière et la consommation moyenne journalière.

$$K_{\min j} = \frac{Q_{\min j}}{Q_{moyj}}$$

Avec :

$\mathbf{K}_{\min j} = (0{,}7 - 0{,}9)$

On prend $\mathbf{K}_{\min j} = \mathbf{0.8}$

Il nous indique de combien de fois la consommation minimale journalière est inférieure à la consommation moyenne journaliers

Tableau II.11: Calcul des consommations maximale et minimale journalières.

	$Q_{moy\,j}$	$K_{max\,j}$	$Q_{max\,j}$	$K_{min\,j}$	$Q_{min\,j}$
2023	2337.3	1.3	3038.5	0.8	1870.42
2033	4045.63	1.3	4392.86	0.8	3236.5
2043	6522.47	1.3	8479.51	0.8	5215.2
2053	10435.71	1.3	13566.59	0.8	8348.74

II.5-Variations de la consommation horaire :

II.5.1-Consommation maximale horaire :

Elle est représentée par le coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max\,h}$) qui représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée la plus chargée dans l'année. Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que du degré de confort et du régime de travail de l'industrie. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{max} et β_{max}Tel que :

$$K_{max\,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

Avec :

α_{max} :Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local.

Pour notre cas on prend : α_{max} = 1,3.

β_{max}: Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

TableauII.12 : Variation de β_{max} et β_{min} en fonction du nombre d'habitant.

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
$\boldsymbol{\beta_{max}}$	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.13	1.1
$\boldsymbol{\beta_{min}}$	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.63	0.7

Donc pour notre cas on prend

- **β_{max} = 1,25** pour 2023
- **β_{max} = 1,13** pour l'horizon 2053

II.5.2-Consommation minimale horaire :

Elle est donnée par le coefficient d'irrégularité minimale horaire $K_{min,h}$ qui permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$\boldsymbol{K_{min\,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min}}$$

Avec :

α_{min} : varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend **α_{min} = 0,4**

β_{min}: coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Donc pour notre cas on prend

- **β_{min} = 0,5** pour 2023
- **β_{min} = 0,62** pour l'horizon 2053

II.5.3-Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$\boldsymbol{Q_{moyh} = \frac{Q_{max\,j}}{24}} \qquad (\boldsymbol{m^3/h})$$

Avec :

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

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

Les calculs sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.13: Calcul des consommations maximales, minimales, et horaires

	Q_{moyh} m^3/h	$K_{\max h}$	Q_{maxh} m^3/h	$K_{\min h}$	Q_{minh} m^3/h
Actuelle	126.60	1.625	205.77	0.2	25.30
L'horizon 2053	387.28	1.47	569.31	0.248	96.04

II.6-Régime de la consommation de l'agglomération :

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.

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 de la colonne où le nombre d'habitants est entre 10001 et 50000 habitants (puisque le nombre d'habitant en 2053 sera 46944 habitants)

II.6.1-Régime de consommation de l'agglomération en 2023 :

Le tableau qui suit donne les consommations horaires actuelles (annexe 01) :

Tableau II.14: Variation des débits horaires (2023)

Heure	Consommation totale $Q_{max\,j}$ = 3039.426 m^3/j		Consommation cumulée	
h	%	m^3/h	%	m^3/h
0-1	1,5	45,59	1,5	45,59
1-2	1,5	45,59	3	91,18
2-3	1,5	45,59	4,5	136,77
3-4	1,5	45,59	6	182,37
4-5	2,5	75,99	8,5	258,35
5-6	3,5	106,38	12	364,73
6-7	4,5	136,77	16,5	501,51
7-8	5,5	167,17	22	668,67
8-9	6,25	189,96	28,25	858,64
9-10	6,25	189,96	34,5	1048,60
10-11	6,25	189,96	40,75	1238,57
11-12	6,25	189,96	47	1428,53
12-13	5	151,97	52	1580,50
13-14	5	151,97	57	1732,47
14-15	5,5	167,17	62,5	1899,64
15-16	6	182,37	68,5	2082,01
16-17	6	182,37	74,5	2264,37
17-18	5,5	167,17	80	2431,54
18-19	5	151,97	85	2583,51

Tableau II.14: Variation des débits horaires (2023) (suite)

Heure	Consommation totale $Q_{max\ j}$ = 3039.426 m^3/j		Consommation cumulée	
h	%	m^3/h	%	m^3/h
19-20	4,5	136,77	89,5	2720,29
20-21	4	121,58	93,5	2841,86
21-22	3	91,18	96,5	2933,05
22-23	2	60,79	98,5	2993,83
23-24	1,5	45,59	100	3039,43

A partir de ce tableau on trouve :

- $Q_{max\ h}$= 189.96m^3/h entre 8h et midi
- $Q_{min\ h}$=45.59m^3/h entre 23h et 4h du matin

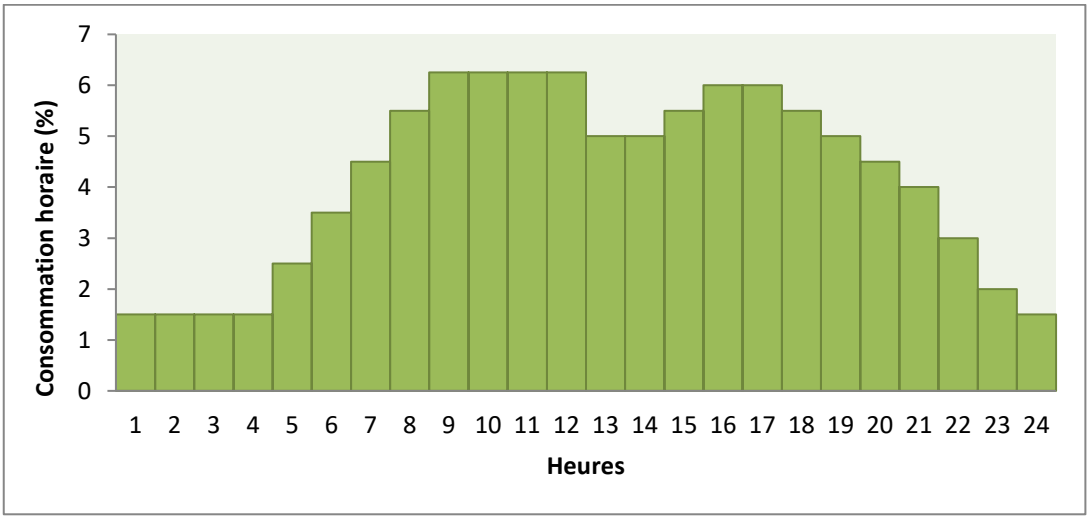


Fig II.2 : Graphique de la consommation journalière (2023)

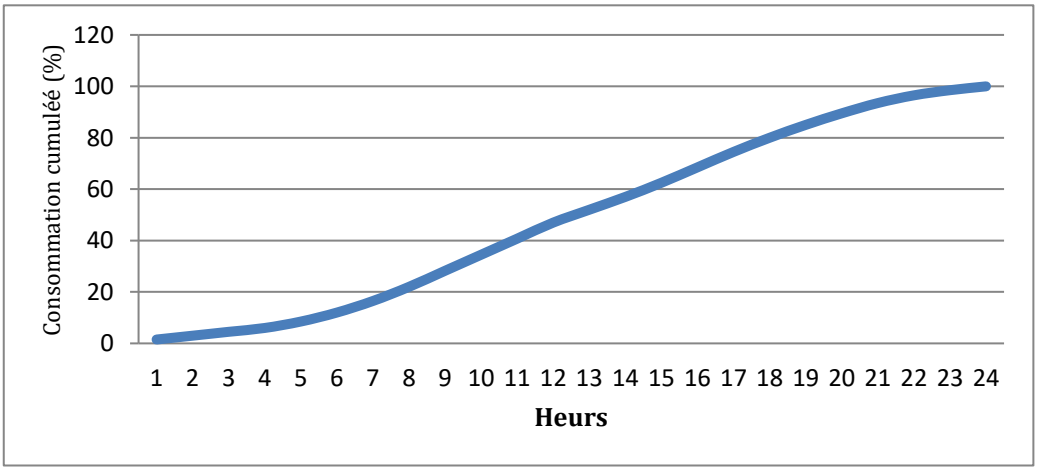


Fig II.3: Courbe de la consommation cumulée

II.6.1-Régime de la consommation de l'agglomération à l'horizon 2053 :

Tableau II.15: Variation des débits horaires (2053)

Heure	Consommation totale $Q_{max\ j}$ = 13534,07 m^3/j		Consommation cumulée	
h	%	m^3/h	%	m^3/h
0-1	1,5	203,01	1,5	203,01
1-2	1,5	203,01	3	406,02
2-3	1,5	203,01	4,5	609,03
3-4	1,5	203,01	6	812,04
4-5	2,5	338,35	8,5	1150,40
5-6	3,5	473,69	12	1624,09
6-7	4,5	609,03	16,5	2233,12
7-8	5,5	744,37	22	2977,50
8-9	6,25	845,88	28,25	3823,38
9-10	6,25	845,88	34,5	4669,26
10-11	6,25	845,88	40,75	5515,14
11-12	6,25	845,88	47	6361,02
12-13	5	676,70	52	7037,72
13-14	5	676,70	57	7714,42
14-15	5,5	744,37	62,5	8458,80
15-16	6	812,04	68,5	9270,84
16-17	6	812,04	74,5	10082,89
17-18	5,5	744,37	80	10827,26
18-19	5	676,70	85	11503,96
19-20	4,5	609,03	89,5	12113,00
20-21	4	541,36	93,5	12654,36
21-22	3	406,02	96,5	13060,38
22-23	2	270,68	98,5	13331,06
23-24	1,5	203,01	100	13534,08

A partir de ce tableau on trouve :

- $Q_{max\ h}$= 203.01m^3/hentre 8h et midi
- $Q_{min\ h}$= 845.88m^3/hentre 23h et 4h du matin

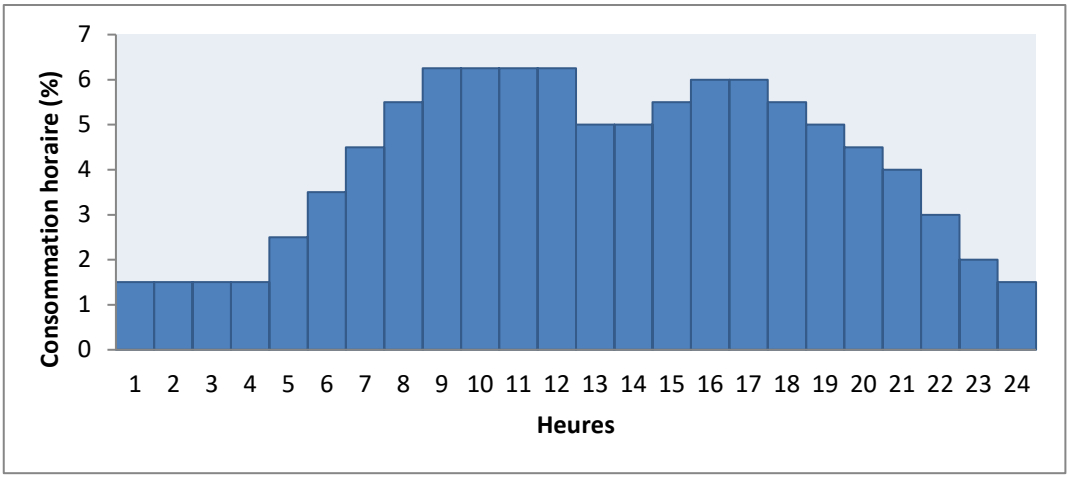


Fig II.4: Graphique de la consommation journalière en 2053

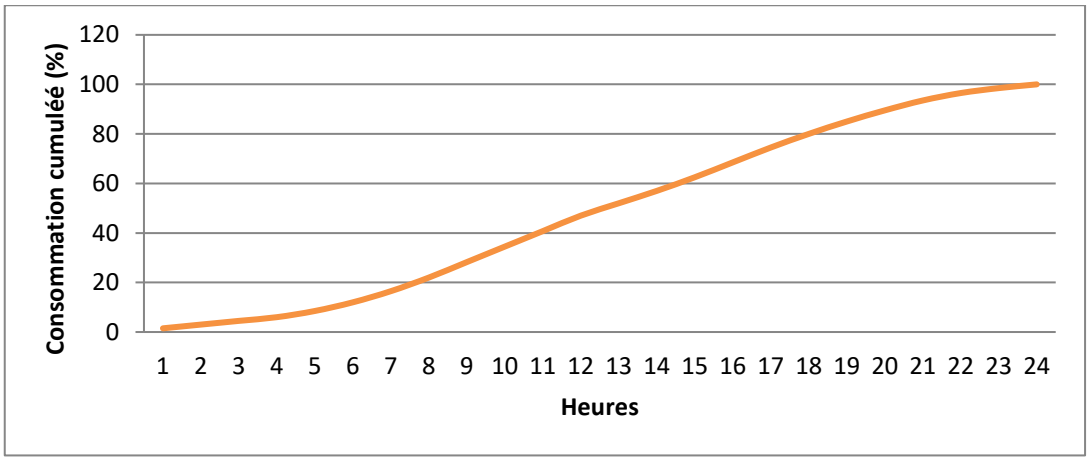


Fig II.5 : Courbe de la consommation cumulée (2053).

II.7- Bilan Ressources-besoins de la zone d'étude :

Après calcul de la consommation maximale journalière, nous procédons à la vérification de la suffisance des ressources disponibles dans notre région d'étude, et ce en considérant que les débits délivrés par les différents forages et sources restent constants dans le temps.

Tableau II.16: Production des ressources disponibles

Localité	Ressources	Production		Total m^3/j
		l/s	m^3/j	
menaceur	Forage 01	15	1296	**4680.39**
	Forage 02	15	1296	
	Forage 02 Bis	15	1296	
Verrerie	source	5.56	480.39	
Sidi Abdallah	source	3.61	312	

Dans le tableau qui suit, nous réalisons une comparaison entre les besoins en eau potable de la ville de Menaceur et la production disponibles pour les différents horizons.

Tableau II.17: Bilan Ressources-Besoins à différents horizons

Horizon	2023	2033	2043	2053
Besoins journalier m^3/j	3039.426	4392.77	8479.44	13566.53
Production m^3/j	4680.39	4680.39	4680.39	4680.39
Bilan m^3/j	1640.96	287.62	-3799.05	-8886.14
Bilan l/s	18.99	3.33	-43.97	-102.85

- **Bilan = Production Forages - Besoins journaliers**

Selon le bilan des Besoins en eau potable et le volume produit pour le chef-lieu, nous tirons comme conclusions :

-Actuellement la ressource disponible est suffisante, il y aura un déficit à partir de 2043.

-Il y a lieu de chercher de nouvelles sources supplémentaires pour assurer les besoins de la population à partir de 2043.

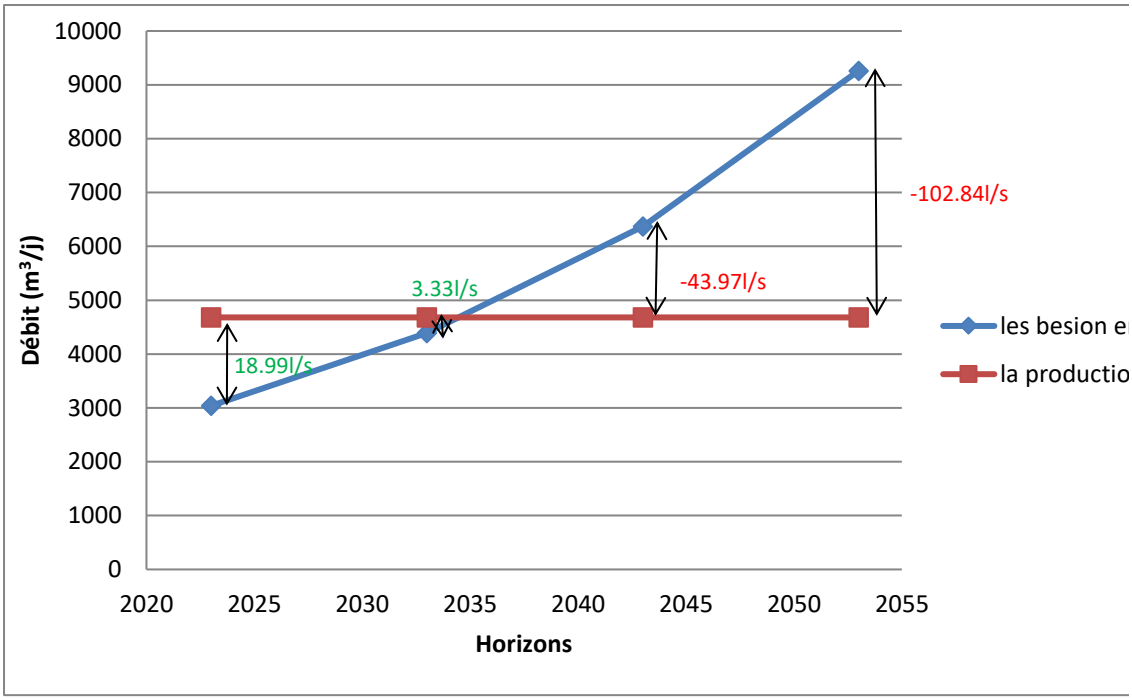


Fig II.6 : Bilan Ressources-Besoins de Menaceur réduire la taille de la figure

II.7.Conclusion :

Ce chapitre nous a permis d'évaluer les débits qui nous seront utiles pour la suite de notre étude. Nous avons calculé tous les débits journaliers (maximum et minimum) actuel set pour l'horizon d'étude 2053, afin de déterminer tous Les débits horaires (moyen, maximum et minimum).

Nous avons aussi effectué le bilan des Besoins en eau potable et le volume produit pour le chef lieu Menaceur.

D'après la comparaison ressources / besoins, nous avons trouvés que les ressources existantes ne répondent s pas aux besoins à l'horizon d'étude, et donc nous devons chercher une nouvelle source d'eau.

Chapitre III :

Diagnostic du réseau D'AEP existant

III.1.Introduction :

Le réseau d'AEP de Menaceur doit être étudié et diagnostiqué afin d'avoir une bonne compréhension du patrimoine. L'étude de diagnostic permet de dresser un état des lieux, de rechercher les éventuelles fuites sur le réseau et de valider un programme pluriannuel de travaux. L'objectif de notre étude est d'établir un schéma directeur pour la réhabilitation et le rééquilibrage du réseau d'AEP de Menaceur.

III.2. Déroulement de l'étude :

Dans cette étude, nous réalisons un diagnostic physique et hydraulique du réseau d'AEP de la ville de Menaceur afin de détecter ses anomalies et de proposer des solutions pour y remédier.

Les objectifs spécifiques qui s'en dégagent sont :

- Identifier les insuffisances des infrastructures existantes (conduites, châteaux d'eau).
- Remettre à jour le modèle du réseau à partir de la validation des données.
- Proposer des solutions optimales de remplacement, de renforcement et/ou d'extension des réseaux permettant de garantir un service satisfaisant en tout point du réseau à l'heure de pointe sur les zones actuellement desservies et d'extensions envisagées à l'horizon 2053.

III.2.1. Analyse et traitements des donnés :

Les différentes données collectées ont été traitées à l'aide de plusieurs outils informatiques dont Microsoft Excel, Covadis et Epanet. Ces outils ont permis de faire le tri des données, de réaliser les différents scénarios et de faires des graphiques ainsi que des tableaux représentatifs. L'outil Autocad nous a permis de réaliser tous les schémas liés à notre étude.

III.3. Diagnostic physique du réseau de Menaceur :

III.3.1. Etat physique du réseau de distribution :

Le réseau de distribution du chef-lieu Menaceur est un réseau très dégradé composé de conduites de plusieurs diamètres et différents matériaux :

- 29.1% du linéaire total en Amiante ciment,
- 30.6% en PVC (Polyvinyle de chlorure),
- 39.2% en PEHD (polyéthylène haute densité),
- 1.1% en acier galvanisé.

Le tableau qui suit montre la composition du réseau de distribution de Menaceur.

Tableau. III.1 : Linéaire du réseau existence selon le diamètre et matériaux «Menaceur»

Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Somme de longueur (m)
AMC	40	42	4269
	80	775	
	100	1714	
	125	976	
	150	763	
AG	50	67	192
	60	125	
PVC	40	1018	4499
	50	1133	
	63	323	
	75	334	
	90	1132	
	125	559	
PEHD	40	367	5727
	50	1000	
	63	1829	
	90	283	
	110	1565	
	125	683	
TOTAL			14694

Remarque :

La partie du réseau qui est composée de conduites en PEHD a été installé en 2017, les conduites sont en bon état. Cette partie a d'ailleurs permis une amélioration du rendement du système.

On a présenté la répartition linéaire du réseau existant selon le diamètre et les matériaux dans la figure qui suit.

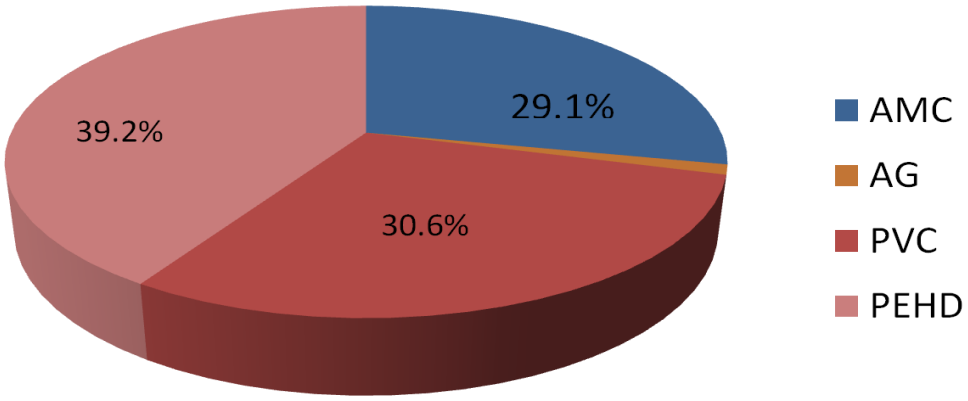


Figure III.1. : Répartition linéaire du réseau existence selon le diamètre et matériaux.

Les images qui suivent montrent des conduites du réseau de distribution qui fuient. Ces photos ont été prises lors de notre stage effectué au niveau de la SEAAL où notre mission est d'estimer la quantité de fuites dans le réseau; qui étaient très nombreuses. De plus, nous avons trouvé certaines conduites ayant été coupées par les citoyens.(annexe 02)



Fig III.2. Conduite en PEHD 110mm et AG 50mm. (SEEAL2023)

Observation :

Après diagnostic physique du réseau de Menaceur, il y a lieu de signaler ce qui suit:

- Le réseau connaît plusieurs physiques donc beaucoup de fuites.
- Quelques habitations ne reçoivent qu'une quantité très minime d'eau, ce qui peut être dû au sous-dimensionnement de la conduite principale de la localité.
- Il y a de profondeurs de pose de conduite dépassant les 2m et d'autres très petites voire même des conduites apparentes.
- Le réseau contient des conduites en PVC et AG anciennes et en mauvais état.
- Il y'a des parties manquantes (volées) dans le réseau.

III.3.2. Etat physique des équipements du réseau (Accessoires):

Le diagnostic a montré un manque de vannes dans le réseau, il était donc impossible de les compter et nous avons relevé certaines vanne dans un état déplorable comme le montre les photos : (annexe 03)



Fig III.3. regard et robinet vanne 110mm. (SEEAL2023)

Observation :

Toutes les vannes de sectionnement sont conçues par système de bouche à clé, La création du bouclier oculaire est apparue.

- Les chambres de vanne ne sont pas nettoyées et n'a pas de couvercle.
- Les vanne vielles et cassée.
- Il y'a une oxydation dans les tuyaux dans les regards des vannes et des fuites dans les vannes.

III.3.3. Etat des réservoirs existants :

La commune de Menaceur chef lieu Contient (05) réservoirs existants semi enterré et une réservoir est hors service de capacité de 75 m^3 ,dont la capacité de 4 réservoir est de 1350 m3 qui assure l'alimentation de tous les habitants de la commune de Menaceur.

- Les réservoirs sont Construits en béton.
- Il est muni d'une chambre de vanne juxtaposée au réservoir.
- Alimenté par refoulement de champ de captage et les sources naturelles.Après notre visite on peut dire que :
  - La chambre de vanne se trouve dans un état de dégradation avancé, et inondée. Il convient donc de les réhabiliter et les doter de diapositif de drainage.
  - Il est aussi recommandé de changer la conduite de vidange et de trop plein.
  - La quantité et l'emplacement du réservoir ne conviennent pas aux besoin de population.
  - Des fuites au niveau des conduites d'arrivée.

- Des fuites son détecté au niveau des vannes.
- Les accessoires sont sujets à la corrosion Progress elle provoquée par les fuites à travers les vannes.



Fig III.4. Réservoir semi-enterrée de capacité de 300 m^3(SEEAL2023

III.4 Diagnostic hydrauliques :

III.4.1.Démarche méthodologique :

Le logiciel utilisé pour le modèle est EPANET. La méthodologie suit les principes habituels de modélisation hydraulique notamment :

- La modélisation de réservoir d'eau alimentant le système de distribution.
- La décomposition du système actuel en nœuds et conduites (diamètre, matériau, longueur).
- La modélisation des organes de réseau le nécessitant (vannes importantes et accessoires).

III.4.2. La pression aux nœuds :

La règle maintenue pour cet exercice de modélisation est d'essayer de maintenir une pression aux nœuds du réseau supérieur à 10mce (environ 1bar) afin d'assurer un service convenable aux abonnés en tous points du réseau.

III.4.3 Calcul des débits de dimensionnement :

III.4.3.1. Cas de pointe (l'horizon 2021) :

a) Débit de point (route) :

$$Q_P = Q_{MAX\,h} = \sum Q_r + \sum Q_{cons} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (III.1)$$

Avec :

- $Q_{max\,h}$: débit consommé (l/s)
- Q_r : est le débit en route globale (l/s).

- Q_{conc} : Débit concentré (l/s), dans notre cas Q_{conc}= 0
- Q_p : Débit de pointe (l/s).

AN : ∑Qr = Qp = Qmaxh = **205.97 m3/h= 57.16 l/s**

b) Débit spécifique :

Le débit spécifique c'est le débit transité à travers un mètre de conduite pendant une seconde, est définie comme étant le rapport entre le débit route et la somme des longueurs des tronçons où il y a une distribution en route.

On écrit :

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

Avec :

- qsp : le débit spécifique (l/s/ml).
- Σ Li :Somme des longueurs des tronçons qui assurant la distribution en route.
- Qr :le débit en route globale (l/s).

AN : qsp =$\frac{57.16}{14694.72}$=**0.00389 l/s/ml**

c) Débit en route de chaque tronçon :

Il est donné par la formule suivante :

qri = qsp × Li [l/s]…… … **(III.3)**

Avec :

- **qri :**Débit en route de chaque tronçon (l/s).
- **qsp :** Débit spécifique (l/s/ml).

d) Détermination des Débits aux nœuds :

Les débits aux nodaux ce sont des débits de consommation supposés pris au n IIIeau des nœuds, Cette vérification nous permet de voir s'il y a une continuité des débits, alors on suppose que la moitié des habitants sont concentrés dans la première extrémité du tronçon étudié et l'autre moitié se trouvant dans l'autre extrémité (nœud) tel que : **(Voir annexe 04)**

QNi= 0.5 × ∑ qri + Qconc …… **(III.4).**

Avec :

Qi : est le débit du tronçon affectant ce nœud.

Sachant que ∑ Qni = Qp = 57.16 l/s

Tableau. III.2:Calculdes débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) :

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	46	48,08	0,00389	0,18703584	
n2	62	87,16	0,00389	0,3390608	0,263
	50	15,54	0,00389	0,0604521	
	59	93,13	0,00389	0,36228468	
	14	43,04	0,00389	0,16742975	
n3	38	44,08	0,00389	0,17147545	0,351
	34	76,28	0,00389	0,29673655	
n9	42	138,68	0,00389	0,53947857	0,418
	41	8,84	0,00389	0,03438845	
	43	157,3	0,00389	0,61191217	
n10	p7	31,41	0,00389	0,12218793	0,384
	p150	2,66	0,00389	0,01034766	
	p152	52,98	0,00389	0,20609731	
n13	p8	30,59	0,00389	0,11899805	0,168
n14	p8	30,59	0,00389	0,11899805	0,059
	p13	46,61	0,00389	0,18131739	
	p14	21,45	0,00389	0,08344257	
n16	p9	71,56	0,00389	0,2783753	0,272
	p10	28,27	0,00389	0,10997303	
	p11	64,5	0,00389	0,25091122	
n17	p7	31,41	0,00389	0,12218793	0,242
	p9	71,56	0,00389	0,2783753	
	p10	28,27	0,00389	0,10997303	0,199
n18	p150	2,66	0,00389	0,01034766	
	p11	64,5	0,00389	0,25091122	
	p12	139,6	0,00389	0,54305746	
n20	p14	21,45	0,00389	0,08344257	0,439
	p12	139,6	0,00389	0,54305746	
	p144	31,87	0,00389	0,12397737	
n21	p149	41,99	0,00389	0,16334515	0,415
n22	p13	46,61	0,00389	0,18131739	0,091
	p15	104,53	0,00389	0,40663178	
n23	15	133,38	0,00389	0,51886106	0,463
	p30	160,12	0,00389	0,62288224	
	p15	104,53	0,00389	0,40663178	
n24	19	188,07	0,00389	0,73161043	0,881
	14	43,04	0,00389	0,16742975	
n25	p16	46,41	0,00389	0,18053937	0,174
n26	p16	46,41	0,00389	0,18053937	0,090
	15	133,38	0,00389	0,51886106	
	19	188,07	0,00389	0,73161043	
n27	53	171,28	0,00389	0,66629571	0,958
	47	131,41	0,00389	0,51119757	
n31	65	89,1	0,00389	0,34660759	0,429
	33	55,84	0,00389	0,21722298	
n33	p111	40,22	0,00389	0,15645968	0,187
Totale					57,0981117

III.4.3.1.1.résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel :

a) Les vitesses et pertes de charges :

Les résultats des différents tronçons (vitesses et pertes de charges) sont donnés dans les tableaux (III .3) suivant : **(voire annexe 05)**

Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023.

Tronçons	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pertes de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p7	31,41	51,4	-0,94	0,46	88,76
Pipe p8	30,59	51,4	0,13	0,06	2,35
Pipe p9	71,56	51,4	-0,03	0,01	0,29
Pipe p10	28,27	51,4	0,5	0,24	28,07
Pipe p11	64,5	51,4	0,24	0,11	7,35
Pipe p12	139,6	51,4	-0,48	0,23	25,42
Pipe p13	46,61	51,4	0,08	0,04	0,73
Pipe p14	21,45	51,4	0,34	0,16	13,96
Pipe p15	104,53	80	0,54	0,11	4,41
Pipe p16	46,41	50	0,08	0,04	0,73
Pipe p30	160,12	51,4	0,26	0,13	8,96
Pipe p31	145,03	150	11,43	0,65	59,51
Pipe p32	196,55	51,4	0,32	0,16	12,78
Pipe p34	54,1	76,8	3,84	0,83	163,70
Pipe p36	95,6	34	0,16	0,17	26,74
Pipe p38	44,08	76,8	2,05	0,44	50,70
Pipe p39	96,73	42,6	0,16	0,11	9,11
Pipe p41	107,16	53,6	0,18	0,08	3,67
Pipe p43	106,64	80	0,26	0,05	1,18
Pipe p45	159,62	80	0,53	0,1	4,26
Pipe p47	79,06	40,8	0,13	0,1	7,94
Pipe p48	34,83	60	1,72	0,61	175,45
Pipe p49	31,17	51,4	-1	0,48	98,45
Pipe p50	4,165	51,4	-0,94	0,45	88,02
Pipe p51	224,54	40,8	0,37	0,28	50,40
Pipe p52	108,39	40,8	0,38	0,29	51,73
Pipe p58	19,46	60	1,38	0,49	113,88
Pipe p59	73,04	34	0,13	0,15	19,54
Pipe p60	15,83	60	1,08	0,38	70,98
Pipe p61	72,85	34	0,12	0,13	16,61
Pipe p62	15,22	60	0,8	0,28	39,68
Pipe p63	69,9	34	0,12	0,13	15,43
Pipe p64	19,38	60	0,03	0,01	0,15
Pipe p65	14,9	34	0,68	0,75	384,12
Pipe p66	64,5	76,8	8,41	1,82	733,56
Pipe p68	20,54	51,4	-0,27	0,13	8,96
Pipe p69	49,38	32,6	0,08	0,1	7,94
Pipe p70	21,34	51,4	-0,51	0,24	28,36
Pipe p71	52,1	32,6	0,09	0,1	9,40
Pipe p72	20,53	51,4	-0,74	0,36	56,28

Remarque :le débit qui est une valeur négatif est dû au tracé sur Epanet.

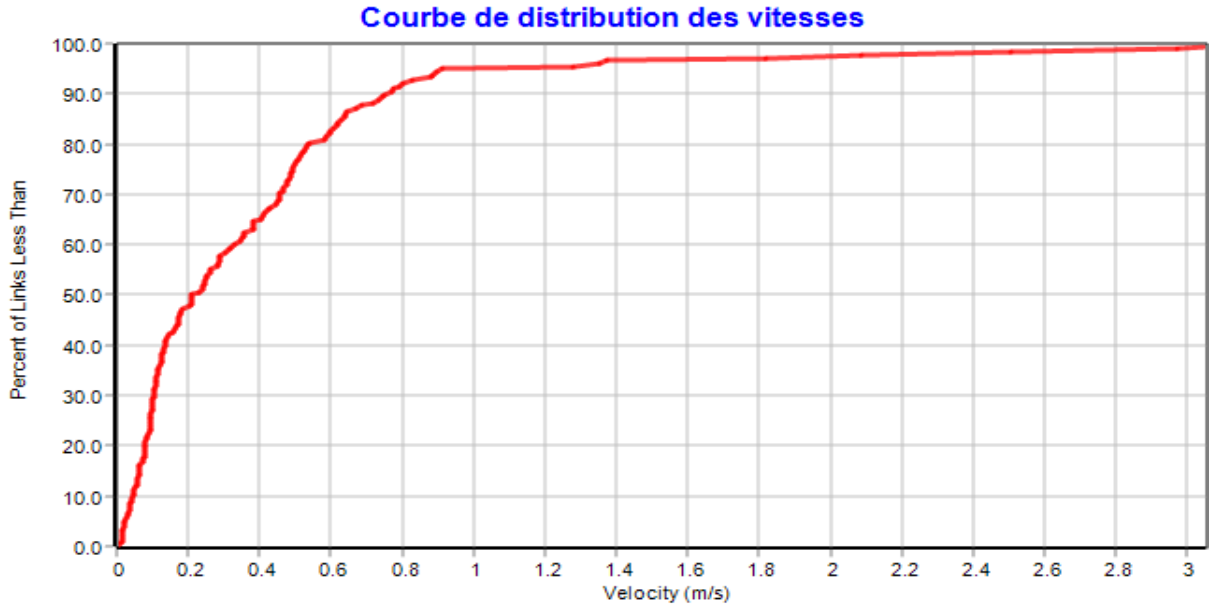


Figure .III .11 : Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2023)

On remarque que :

- 78% des vitesses sont inférieur à 0,5 m/s.
- 15% des vitesses sont entre à 0.5 et 1.5 m/s.
- 7% des vitesses sont supérieur à 1,5 m/s

b) Les charges et les pressions :

Les résultats des différents nœuds sont donnés dans les tableaux suivants : **(annexe 06)**

Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe à l'horizon (2023).

Tronçon	Cote de terrain	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n2	179	224,56	45,56
Junc n3	170	224,49	54,49
Junc n9	173	198,44	25,44
Junc n10	179	197,82	18,82
Junc n13	166	197,57	31,57
Junc n14	164,6	197,57	32,97
Junc n16	168	197,58	29,58
Junc n17	166	197,63	31,63
Junc n18	165,8	197,58	31,78
Junc n20	167	197,6	30,6
Junc n21	167	197,84	30,84
Junc n22	171	197,58	26,58
Junc n23	169,2	197,73	28,53
Junc n24	161	197,69	36,69
Junc n25	166	224,49	58,49
Junc n26	166	224,49	58,49
Junc n27	165	197,74	32,74
Junc n31	187,2	216,14	28,94
Junc n33	187	198,85	11,85

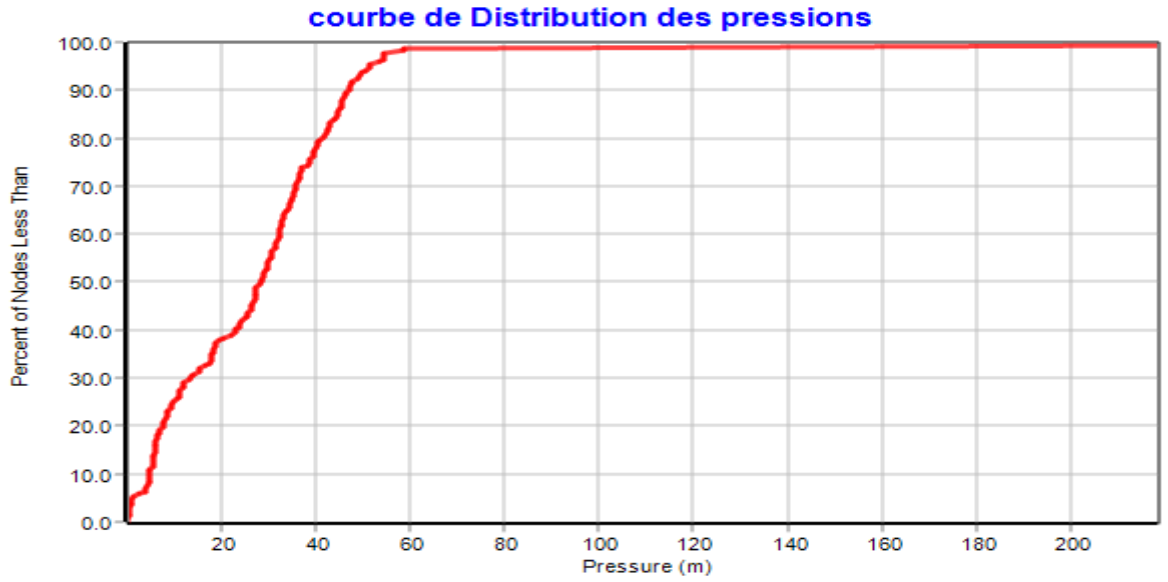


Figure III.12: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2021).

On remarque que :

- 29 % des pressions sont inférieur à 10m.c.e.
- 71% des pressions sont entre 10 à 60 m.c.e.
- 0 % des pressions sont supérieur à 60 m.c.e.

Remarque

D'après les résultats de la simulation sur les conduites

- Pour la majorité extrêmement faible (inférieures à 0.5m/s). Ces sous-vitesses sont dues à un surdimensionnement des diamètres des canalisations. Cela peut entrainer des dépôts importants à l'intérieur des canalisations et une plus forte prolifération des bactéries, l'eau ne circulant pas et devenant par endroit (bout de ligne) stagnante.
- On remarque que dans le cas de pointe les vitesses dans le plus part des tançons son très faible et inferieur a 1 m/s et la même dans le cas des débits on remarque que il y'a des tronçons que les débits est faible .et dans autre cote on remarque que les vitesse est très grand ainsi que le débits, a cause de l'ancienneté du réseau et la sur dimension et le sous dimensions des tronçons dans la plus part des tronçons ; cette deux paramètres affectera le rendement de notre réseau .
- La plus part des pressions sans inferieur a 60 m (6 bars) et c'est considéré comme bon parce que c'est sous les normes maximales, mais en même temps il y'a

beaucoup de pressions inferieures à 1 bar, en plus de cela il y a certaines tronçons dans lesquelles la pression et négatives.

- On retrouve que ces mauvaises pressions est dans l'ancienne réseau dans la partie de AG et PVC

Remarque :

On note que les vitesses et les pressions ne change pas si en compare dans le cas de pointe et le cas d'incendie, à cause que notre réseau d'alimentation en eau potable est **trop ramifie**

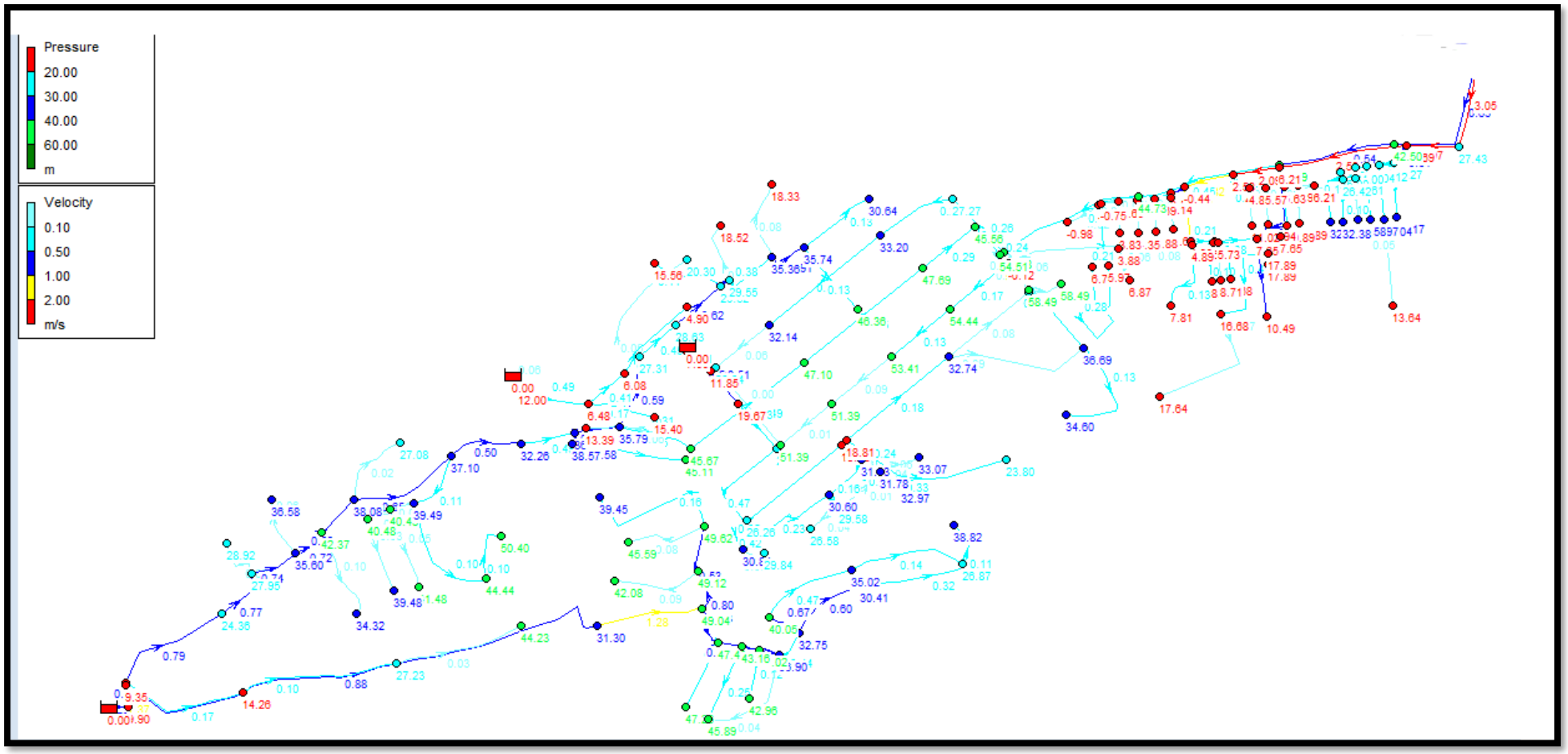


Figure III.13: Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas depoint l'horizon 2023

III.4.3.2. Cas de pointe + incendie (l'horizon 2023) :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable c.à.d au nœud n115

Donc : Qni = 0,5*ΣQri+ Qc

AN : Qnoeud n115= 0.115 +17= 17.115 l/s

Le débit véhiculé dans le réseau sera égale au débit de pointe + débit d'incendie donc :

Qmaxh+ inc =57.16+17=**74.16 l/s**

III.4.3.2.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel 2023:

a) Les vitesses et pertes de charges :

Les résultats des différents tronçons (vitesses et pertes de charges) sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 07).**

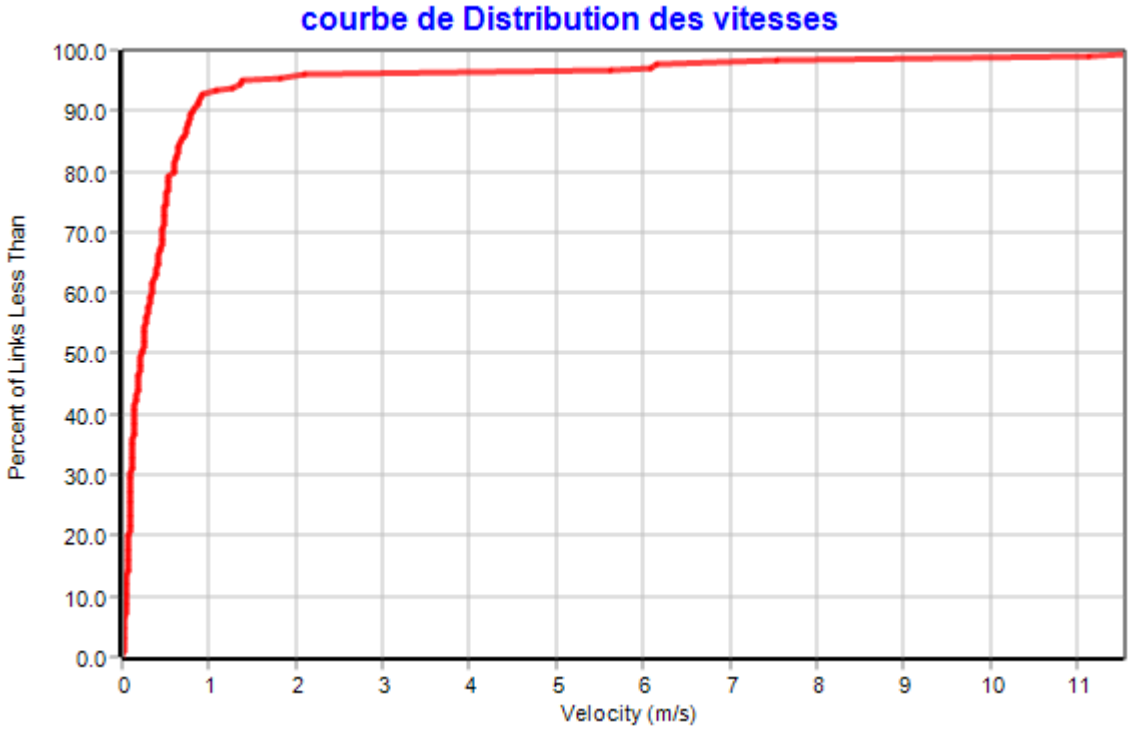


Figure. III.15 : Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point + incendie) l'horizon 2023.

b) Les charges et les pressions :

Les résultats des différents nœuds sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 08)**

Ces résultats se traduisent par les graphiques suivants :

On remarque que :

- 81 % des vitesses sont inférieurs à 0,5 m/s.
- 12% des vitesses sont entre à 0.5 et 1.5 m/s.
- 8 % des vitesses sont supérieur à 1.5 m/s.

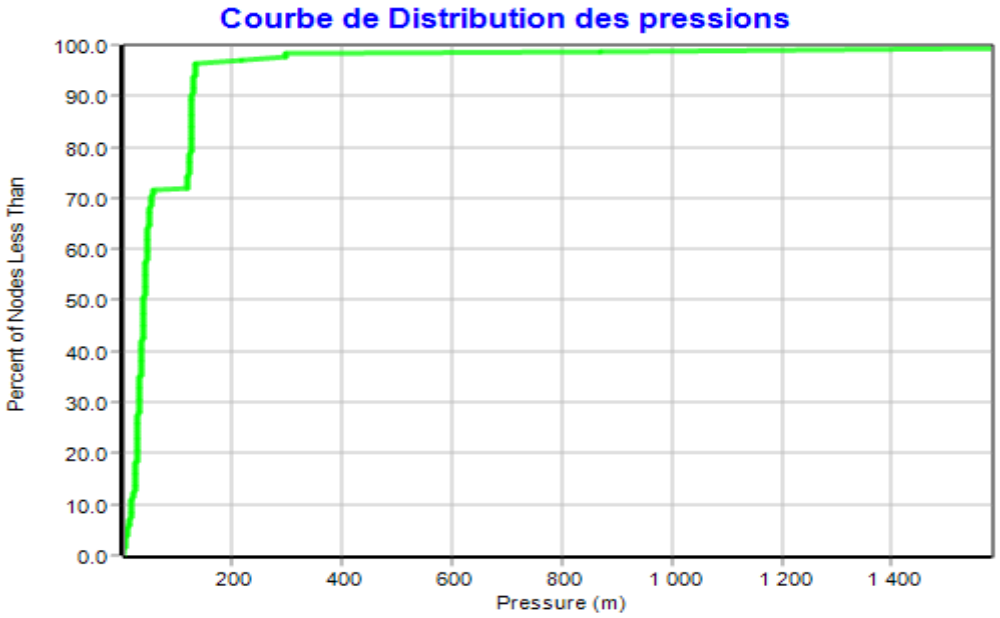


Figure III.16 : Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2023.

On remarque que :

- 12% des pressions sont inférieurs à 10m.c.e.
- 73 % des pressions sont entre 10 à 60 m.c.e.
- 15 % des pressions sont supérieurs à 60 m.c.e.

Remarque:

- On remarque qu'il y a eu un grand changement (vitesse, pression) en cas d'incendie, ou l'on remarque que les vitesses ont beaucoup diminué car elles sont presque nulles dans certaines troncons, et on note aussi que les pressions ont beaucoup augmenté, car il y a des pressions qui dépassant 10 bars.

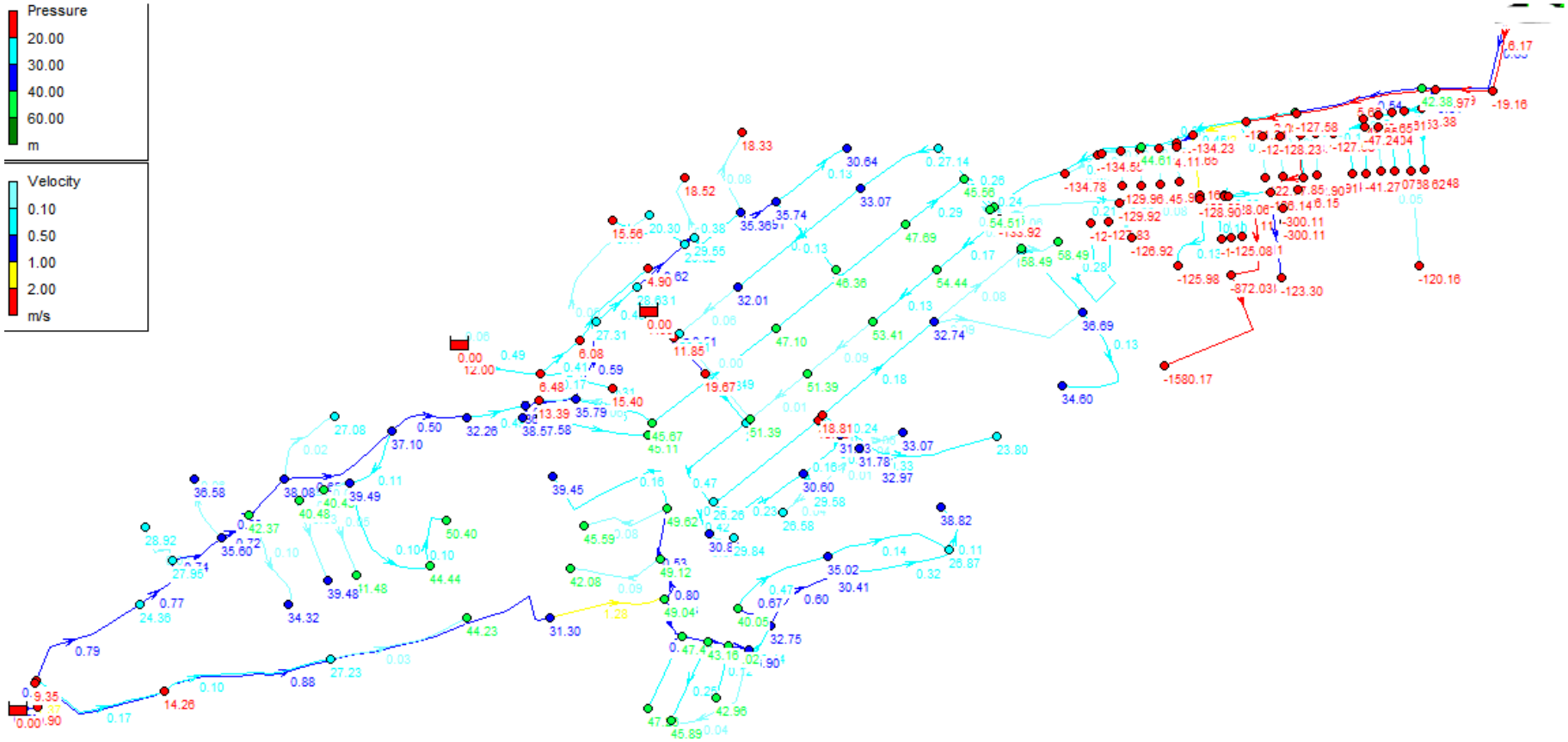


Figure III 17: Etat des pressions du réseau existant Cas de pointe+incendie l'horizon 2023.

III.4.3.3 .Cas de pointe (l'horizon 2043) :

a) Débit de point (route) :

Qp = Qmaxh = ∑Qr +∑Qconc …… (III.5)

Avec :

- Qmaxh : débit consommé (l/s)
- Qr : est le débit en route globale (l/s).
- Qconc : Débit concentré (l/s), dans notre cas Qconc = 0
- Qp : Débit de pointe (l/s).

AN : ∑Qr = Qp = Qmaxh = 519.37 m3/h = **144.27/s**

b) Débit spécifique :

On écrit : $q_{sp} = {\sum Qr}/{\sum L_i}$)…… (III.6)

Avec :

- Σ Li : Somme des longueurs des tronçons qui assurant la distribution en route.
- Qr : est le débit en route globale (l/s).
- Qsp : débit spécifique (l/s/ml)

AN : qsp = 144.27/14694.72=**0.00982/s/ml**

c) Débit en route de chaque tronçon :

Il est donné par la formule suivante :

qri = qsp × Li [l/s]…… … **(III.3)**

Avec :

- **qri :** Débit en route de chaque tronçon (l/s).
- **qsp :** Débit spécifique (l/s/ml).

d) Détermination des Débits aux nœuds :

Les débits aux nodaux ce sont des débits de consommation supposés pris au n III eau des nœuds, Cette vérification nous permet de voir s'il y a une continuité des débits, alors on suppose que la moitié des habitants sont concentrés dans la première extrémité du tronçon étudié et l'autre moitié se trouvant dans l'autre extrémité (nœud) tel que : **(voire annexe 09)**

QNi= 0.5 × ∑ qri + Qconc …… **(III.4).**

Avec :

Qi : est le débit du tronçon affectant ce nœud.

Sachant que ∑ Qni = Qp = 144.27 l/s

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043)

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	46	48,08	0,00982	0,472	0,664
n2	62	87,16	0,00982	0,856	
	50	15,54	0,00982	0,153	0,885
	59	93,13	0,00982	0,914	
	14	43,04	0,00982	0,423	
n3	38	44,08	0,00982	0,433	
	34	76,28	0,00982	0,749	1,055
n9	42	138,68	0,00982	1,362	
	41	8,84	0,00982	0,087	0,970
	43	157,3	0,00982	1,544	
n10	p7	31,41	0,00982	0,308	
	p150	2,66	0,00982	0,026	0,423
	p152	52,98	0,00982	0,520	
n13	p8	30,59	0,00982	0,300	
n14	p8	30,59	0,00982	0,300	0,150
	p13	46,61	0,00982	0,458	0,685
	p14	21,45	0,00982	0,211	
n16	p9	71,56	0,00982	0,703	
	p10	28,27	0,00982	0,278	0,610
	p11	64,5	0,00982	0,633	
n17	p7	31,41	0,00982	0,308	
	p9	71,56	0,00982	0,703	0,503
	p10	28,27	0,00982	0,278	
n18	p150	2,66	0,00982	0,026	
	p11	64,5	0,00982	0,633	1,107
	p12	139,6	0,00982	1,371	
n20	p14	21,45	0,00982	0,211	
	p12	139,6	0,00982	1,371	1,048
	p144	31,87	0,00982	0,313	
n21	p149	41,99	0,00982	0,412	
n22	p13	46,61	0,00982	0,458	0,229
	p15	104,53	0,00982	1,026	1,168
n23	15	133,38	0,00982	1,309	
Totale					**144,103433**

III.4.3.3.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2043 :

a) Les vitesses et pertes de charges :

Les résultats des différents tronçons (vitesses et pertes de charges) sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 10).**

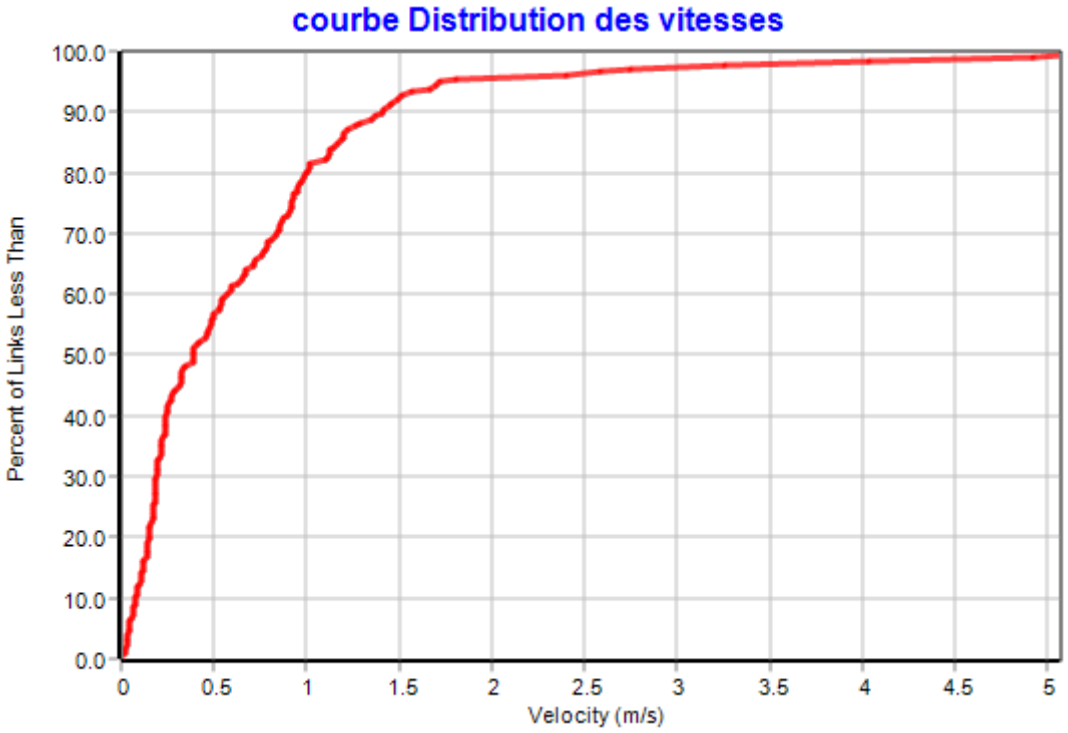


Figure III.19: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point) l'horizon 2043

On remarque que :

- 67 % des vitesses sont inférieurs à 0,5 m/s.
- 32 % des vitesses sont entre à 0.5 et 2 m/s.
- 3 % des vitesses sont supérieur à 2 m/s.
- Il y'a des vitesses nul dans les tançons.

b) Les charges et les pressions :

Les résultats des différents nouds (pression et charge) sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 11).**

Ces résultats se traduisent par les graphiques suivants :

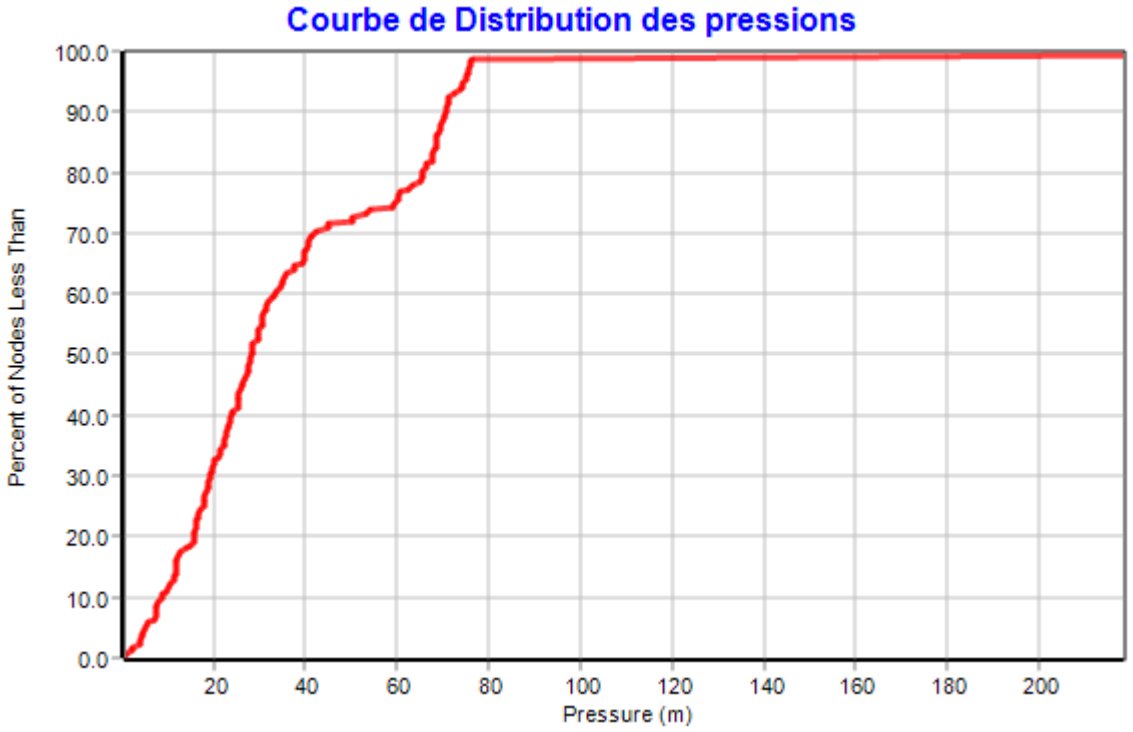


Figure III.20: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point l'horizon 2043)

On remarque que :

- 12 % des pressions sont inférieur à 10m.c.e.
- 58 % des pressions sont entre 10 à 50 m.c.e.
- 30% des pressions sont supérieur à 50 m.c.e.

Remarque :

En fonctionnement normal et généralement, il est considéré que la vitesse d'écoulement de l'eau dans les canalisations doit être comprise 0.5m/s et 2m/s). D'après les résultats de la simulation sur les conduites on observe :

- les vitesses sont très faibles dans la majorité des conduites comme (pipe 50, pipe 71

Pipe 74, pipe 65 ……)

- les vitesses sont presque nulle et nulle (pipe37, pipe 47, pipe2….) ce qui peut engendrer un problème Ces sous vitesses sont dues à un surdimensionnement des diamètres des canalisations. Cela peut entrainer des dépôts importants à

l'intérieur des canalisations et une plus forte prolifération des bactéries, l'eau ne circulant pas et devenant par endroit (bout de ligne) stagnante.

- Les vitesses sont très grand supérieure à 2m/s dans les conduite (pipe29 ; pipe129 ; pipe110……).
- Pour les pressions obtenues sont favorables dans certains nœuds du réseau et pression négative sur autre points. On note des pressions faibles (inférieurs à 1 bar) au niveau des conduites distribution. Ces faibles pressions sont dues au dénivelé du terrain, la différence d'altitude. La surdimension ….

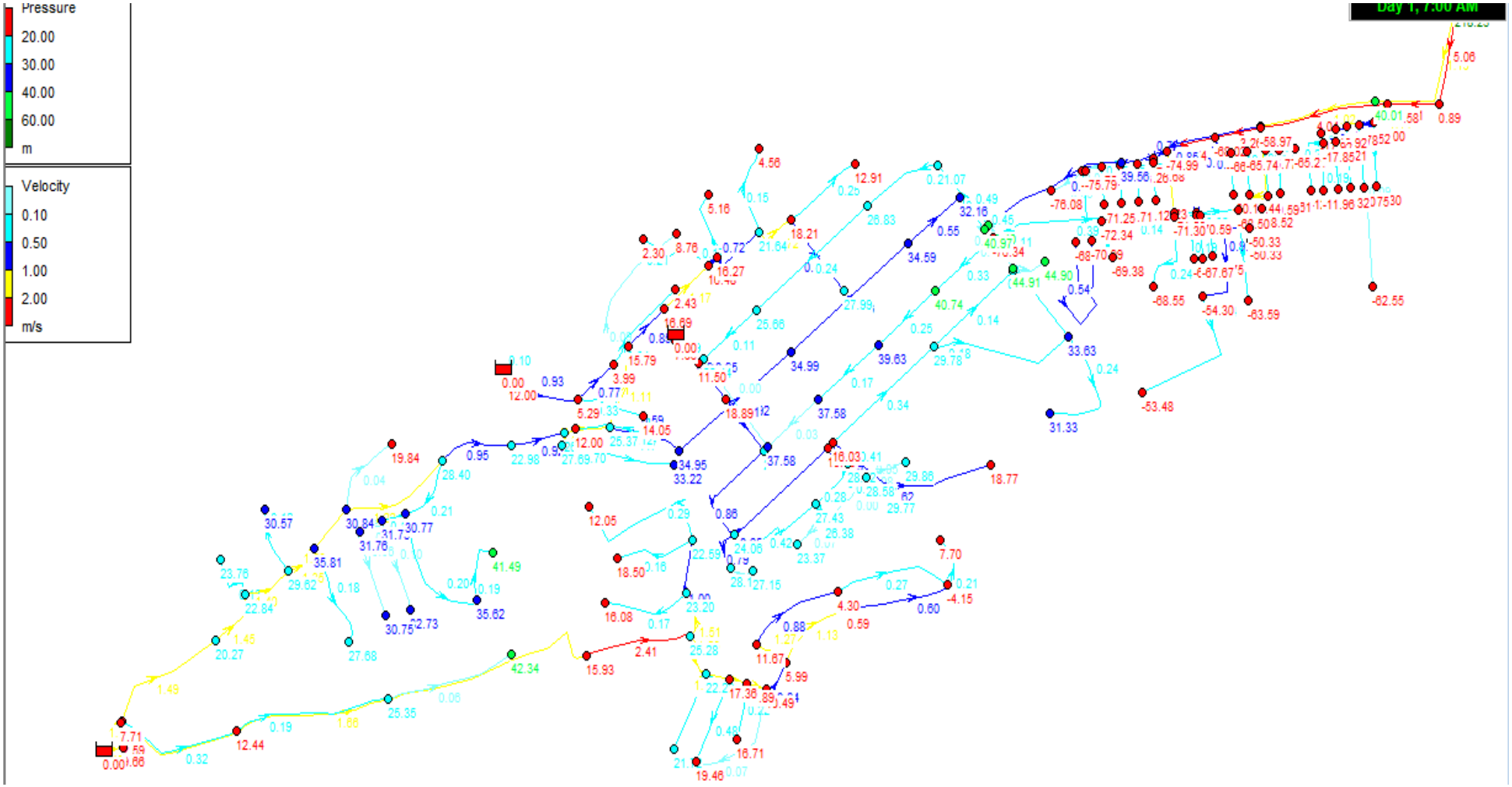


Figure III .21: Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe (l'horizon 2041)

III.4.3.4. Cas de pointe + incendie (l'horizon 2043) :

On doit s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable c.à.d au nœud N°44.

Donc : $Qni = 0{,}5 * \Sigma Qri + Qcc = 17 + 0.786 = \mathbf{17.786}\boldsymbol{l/s}$

III.4.3.4.1 résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon 2043 :

a) Les vitesses et pertes de charges :

Les résultats des différents tronçons (vitesses et pertes de charges) sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 12).**

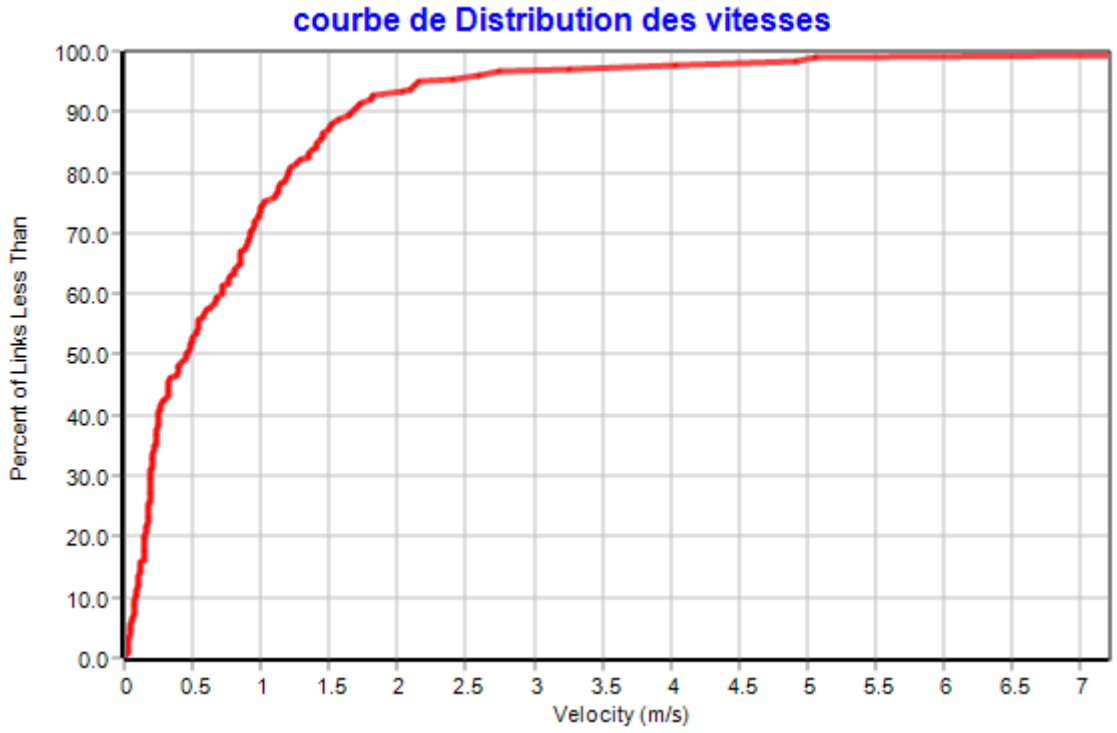


Figure III.23: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2043

On remarque que :

- 53 % des vitesses sont inférieurs à 0,5 m/s.
- 40% des vitesses sont entre à 0.5 et 2 m/s.
- 7 % des vitesses sont supérieurs à 2 m/s

b) Les charges et les pressions :

Les résultats des différents nouds (pression et charge) sont donnés dans les tableaux **(voir annexe 13).**

Ces résultats se traduisent par les graphiques suivants :

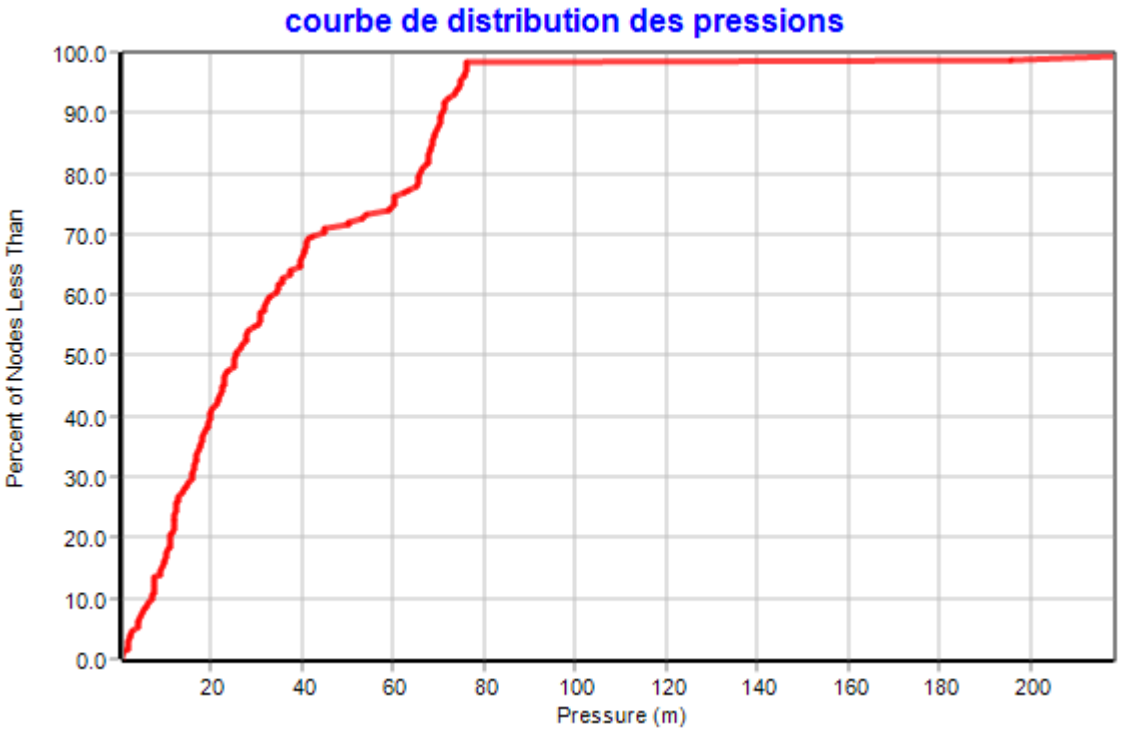


Figure III.24 : Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de point + incendier) l'horizon 2043

On remarque que :

- 18% des pressions sont inférieur à 10m.c.e.
- 52 % des pressions sont entre à 10et 50 m.c.e
- 30 % des pressions sont supérieur à 50 m.c.e.

Remarque :

D'après les résultats de la simulation sur les conduites on conclut que

- les vitesses sont très faibles dans la majorité des conduites (pipe 47 ; pipe 04 ;pipe 34…..).
- Les vitesses sont presque nulle ce qui peut engendrer un problème de dépôt.
- Les vitesses sont très grand supérieure à 2 m/s (pipe p 110 ; pipe 129 ….) dans le cas de point plus incendie et pression démineur
- Pour les pressions on observe que la pression aux nœuds du réseau est faibles (inférieurs à 1 bar) au niveau de la conduite distribution, et très faible en dessous 20 m.c.e et la majorité négative. Ces faibles pressions sont dues au dénivelé du terrain.

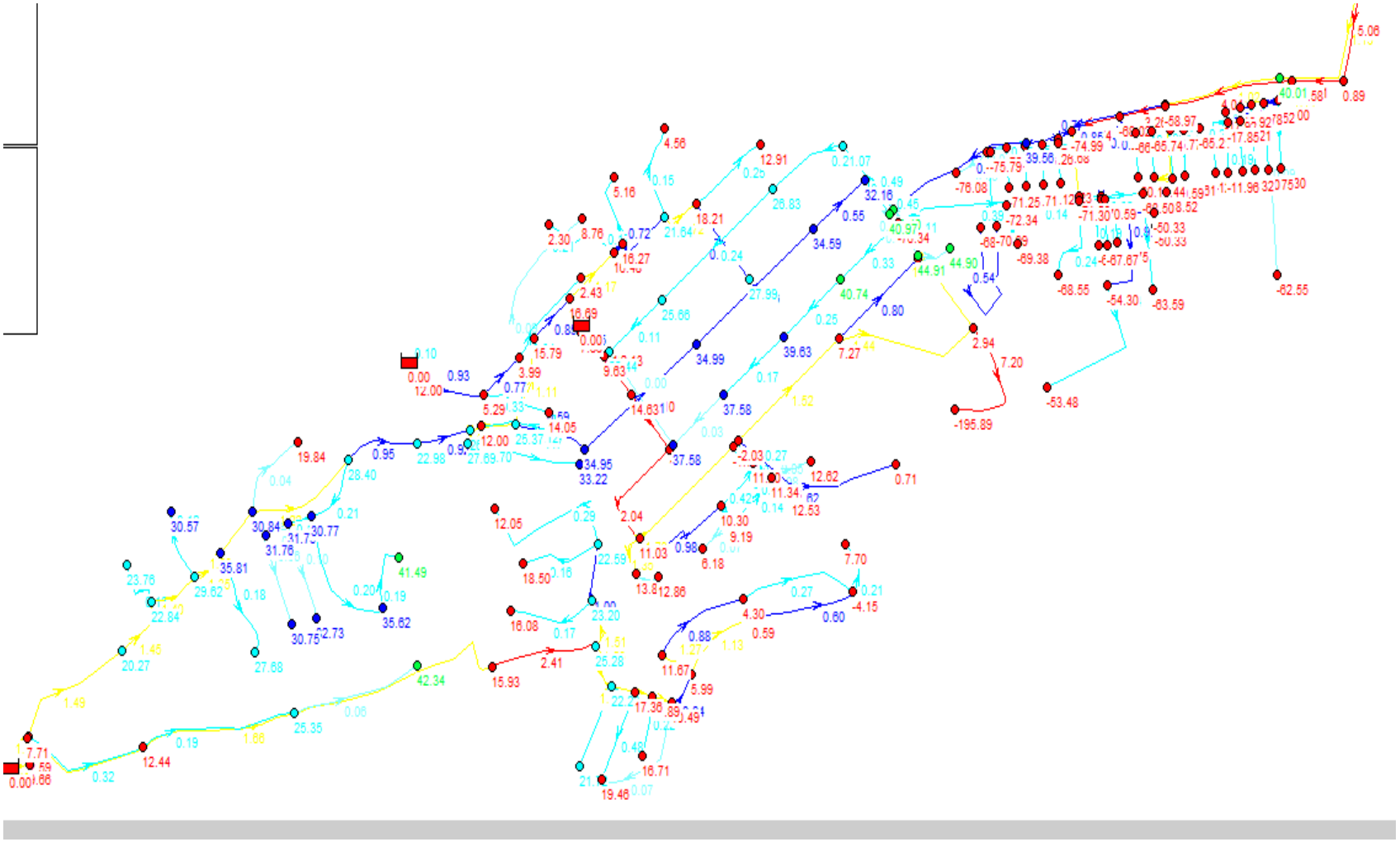


Figure III.28 : Etat des pressions et vitesses au réseau existant Cas de pointe+incendie l'horizon 2043

III.5.Conclusion :

Après un diagnostic physique et hydraulique du réseau de distribution, on a constaté que le réseau est très déséquilibré pour cette année donc ça va être déséquilibré à long terme. le réseau est anciens avec de 60% des conduites puisque il y a réalisé à plus de 30 ans, ce réseau ne répond plus au besoin, défaillance de la plupart des conduites, problème de fuites au niveau des raccordements des pièces spéciales ainsi risque de polluants et aussi présente un mauvais état des conduites (amiante ciment, pvc et acier). La simulation montre que notre réseau est surdimensionné et sous dimensionné. On a enregistré des pressions moyennes dans la majorité des nœuds de réseau et des vitesses faibles dans la plupart des tronçons aussi les vitesses grandes dans quelque tronçon ce qui nous oblige à faire une réhabilitation presque totale du réseau (on garde tous les traçons en PEHD pace que sont de bon état) en utilisant un autre matériau de conduites et en respectant les normes de pose de canalisation.

CHAPITRE III :

Les réservoirs de stockage

IV.1.Introduction :

Un réservoir est par définition un contenant hermétique aidant à alimenter convenablement une agglomération en eau potable.

L'étude des réservoirs a une importance économique et technique car ils représentent 40 à 50% du coût de l'installation d'un système de distribution d'eau potable.

Après avoir évalué les besoins en eau de la population en termes de débit, nous évaluons dans ce chapitre les besoins en termes de stockage pour l'alimentation de la localité en question.

IV.2. Classification des réservoirs :

Les réservoirs doivent être conçus et réalisés avec des matériaux assurant leur stabilité et leur durabilité, tout en protégeant la qualité de l'eau qu'ils contiennent. Les réservoirs peuvent être classés selon plusieurs critères :

IV.2.1.Selon le matériau de construction :

Selon les matériaux de construction des réservoirs, on peut classer les réservoirs en :

- Réservoirs métalliques.
- Réservoirs en maçonnerie.
- Réservoirs en béton armé.

IV.2.2.Selon la situation des lieux :

Selon le site d'implantation ou selon les conditions topographiques, on peut les classer en :

- Réservoirs enterrés.
- Réservoirs semi-enterrés.
- Réservoirs posés sur sol.
- Réservoirs surélevés (château d'eau).

IV.2.3.Selon la forme :

Selon la forme et les dimensions, on peut trouver des réservoirs de section :

- Circulaire.
- Rectangulaire.
- Forme quelconque.

IV.3.Rôle des réservoirs :

Le réservoir présente deux utilités (technique et économique) par les multiples fonctions qu'il remplit:

IV.3.1.Fonctions techniques **:**il permet **:**

- La régulation du débit pour tous les ouvrages qui se situent en amont et en aval de lui.
- La régulation de la pression dans le réseau de distribution.
- L'assurance de la continuité de l'approvisionnement en cas de panne dans les ouvrages situés dans la partie amont.

- La participation au traitement (utilisation de réactifs).

IV.3.2.Fonctions économiques **:**il permet :

- La réduction des investissements sur tous les autres ouvrages du réseau d'A.E.P.
- La réduction des coûts de l'énergie.
- La capacité d'un réservoir dépend du mode d'exploitation des ouvrages de la partie amont et de la variabilité de la demande.
- Pour l'emplacement d'un réservoir, selon que l'agglomération est située en plaine ou en terrain accidenté, il peut être soit enterré, soit semi-enterré, soit surélevé.

IV.4-Choix du type de réservoir :

Pour pouvoir accomplir convenablement les fonctions pour lesquels ils ont été conçus, les réservoirs servant à alimenter le chef-lieu Menaceur sont de type semi enterrés de forme circulaire. Ce type de réservoir est déterminé par de multiples facteurs comme :

- Conditions topographiques de la région à desservir.
- Conditions hydrauliques de la distribution : volume du réservoir, pression à assurer.
- Les facteurs économiques,
- La sécurité d'approvisionnement et la facilité d'exploitation.
- Les possibilités d'adaptation au réseau.

IV.5. Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et d'exploitation.

Donc on est amené à prendre en considération les facteurs suivants :

- Le point le plus éloigné à alimenter.
- La hauteur maximale des immeubles (bâtiment).
- Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable de la ville en question.
- L'état du relief de la ville qui pourra favoriser la construction d'un réservoir au sol aux propriétés technico-économique suivants :
  - Simplicité de réalisation du coffrage.
  - Etanchéité plus facile à réaliser.

IV.6. Principe de fonctionnement :

Les principales fonctions des réservoirs sont :

IV.6.1. 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).

IV.6.2. 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.

IV.6.3. La sécurité : vis-à-vis des risques d'incendie, de demande en eau exceptionnelle. Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes, réparations, extension du réseau…).

IV.7. Méthodes de calcul des capacités des réservoirs :

Un réservoir doit être dimensionné pour répondre aux fonctions qui lui sont demandés aux conditions les plus exigeantes (demande de pointe).

IV.7.1. Le cas d'un réservoir tampon :

Le réservoir tampon est un réservoir de régulation, Son but principal est d'assurer la transition entre l'écoulement par refoulement issu de la station de pompage et l'écoulement gravitaire en direction du réservoir d'alimentation, il permet aussi de garantir un volume ou une réserve de sécurité pour la mise en charge de la conduite gravitaire.

$$V = \frac{Q_{tr}}{2} \times t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots IV.1$$

Avec :

- V : volume du réservoir (m^3).
- Qtr : débit transite.
- t : c'est le temps de vannage du robinet placé à l'extrémité de la conduite gravitaire.

IV.7.2. Le cas d'un réservoir d'alimentation :

Pour calculer la capacité d'un réservoir nous devons tenir compte les variations à l'entrée comme à la sortie, du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et de la variabilité de la demande.

La capacité du réservoir est déterminée en fonction du débit d'apport et celui de sortie augmenté de la réserve incendie. Deux méthodes peuvent être appliquées :

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

IV.7.2.1. La méthode analytique :

Tient compte les débits d'apport et les débits de départ du réservoir, elle consiste à calculer, pour chaque heure de la journée le résidu dans le réservoir.

Le volume de régulation sera :

$$V_r = a(\%) \times \frac{Qmax_j}{100}(m^3) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\

Avec :

- Vr : capacité résiduelle (volume utile) (m3).

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

-Q max : La consommation maximale journalière (m3/j).

Le volume total est déterminé en ajoutant le volume d'incendie au volume de régulation :

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots IV.3$$

Avec :

- VT : capacité totale du réservoir (m3).
- Vinc : volume d'incendie estimé à $[80 - 120]m^3$

IV.7.2.2.Méthode graphique :

La méthode graphique tient compte de la courbe de consommation totale (intégrale) déduite à partir des coefficients de variation horaire de la consommation, et de la courbe du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports.

$$V_r = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

Avec le volume totale sera : V t = V r + V in c

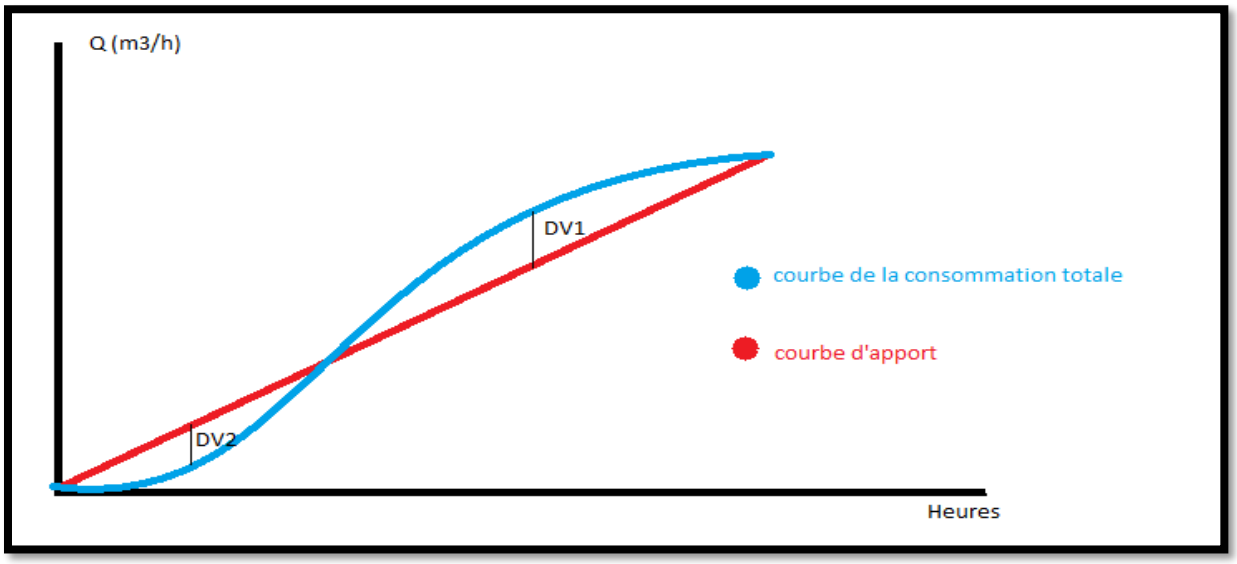


Figure IV.1. La courbe d'apport et la courbe de consommation totale.

IV.8. Analyse de la capacité de stockage :

Un réservoir est un ouvrage construit dans le but de stockage et restitution de l'eau en vue de la régulation des débits et des pressions. La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie. La capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières de débit de consommation en tenant compte du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

IV.8.1. Principe de calcul :

Pour estimer la capacité d'un réservoir, on a recourt soit à la méthode graphique, soit à la méthode analytique.

On utilise la méthode analytique qui tient compte La méthode analytique consiste à déterminer pour chaque heure de la journée, le résidu dans le réservoir afin de déterminer son volume qui sera :

$$V_r = a(\%) \times \frac{Qmax_j}{100}(m^3) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\text{IV.4}$$

Avec :

- Vr : capacité résiduelle (volume utile) (m3).

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

-Q max : La consommation maximale journalière (m3/j).

Le volume total est déterminé en ajoutant le volume d'incendie au volume de régulation :

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots IV.5$$

Avec :

- VT : capacité totale du réservoir (m3).
- Vinc : volume d'incendie

IV.8.1.1. Calcul du Débit d'apport (Qapp) :

L'apport d'eau à partir de la source vers le réservoir se fait sur une durée de 20 heures, donc le débit sera calculé comme suit :

$$Qapp = Qmax.j/20 \text{ heures} \quad (m^3/h)$$

Tel que :

Qapp : est le débit entrant dans le réservoir projeté (m^3/j).

Note :

Nous choisissons d'arrêter le pompage de 17h à 21hvu que le prix de l'électricité dans cette période et le plus élevé dans la journée.

Tableau IV.1: Détermination de la capacité du stockage nécessaire

Heure	Consommation horaire	Q arrivé	Stockage	Départ de distribution	capacité horaire
	%	%	%	%	%
0-1	1,5	5	3,5	-	12
1--2	1,5	5	3,5	-	15,5
2--3	1,5	5	3,5	-	19
3--4	1,5	5	3,5	-	22,5
4--5	2,5	5	2,5	-	25
5--6	3,5	5	1,5	-	26,5
6--7	4,5	5	0,5	-	**27**
7--8	5,5	5	-	0,5	26,5
8--9	6,25	5	-	1,25	25,25
9--10	6,25	5	-	1,25	24
10--11	6,25	5	-	1,25	22,75
11--12	6,25	5	-	1,25	21,5
12--13	5	5	0	0	21,5
13-14	5	5	0	0	21,5
14-15	5,5	5	-	0,5	21
15-16	6	5	-	1	20
16-17	6	5	-	1	19
17-18	5,5	0	-	5,5	13,5
18-19	5	0	-	5	8,5
19-20	4,5	0	-	4,5	4
20-21	4	0	-	4	**0**
21-22	3	5	2	-	2
22-23	2	5	3	-	5
23-24	1,5	5	3,5	-	8,5

Alors le maximum des restes dans le réservoir : **a(%)= 27%**

Ce tableau nous donne un résidu maximum égal à 27 %, sans prise en compte de la réserve d'incendie donc le volume du réservoir est donne par la relation suivante :

$$V_{tot} = \frac{a(\%) \times Q_{\max j}}{100} \times V_{inc} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots IV.6$$

- a(%): représente le maximum des restes de Qmaxj en pourcentage.

- Vinc : réserve d'incendie qui est égale à 120 m3.

Tableau IV-2: Bilan de capacité de stockage.

Horizons	Actuel 2023	Court terme 2033	Moyen terme 2043	Long terme 2053
***a*(%)**	27	27	27	27
Q max j (m^3/j).	3038.5	4392.86	8479.51	13566.59
Vu (m^3).	820.4	1186.1	2289.4	3662.9
Vinc (m^3).	120	120	120	120
Besoins en stockage (m^3).	940.5	1306.1	2409.4	3782.9
Capacité disponible (m^3)	1350	1350	1350	1350
Déficit (m^3)	-	-	1059.4	2432.9
Surplus (m^3)	409.5	43.9	-	-

IV.8.1.2. Les réservoirs existants :

- Le réseau de distribution du chef-lieu de la commune de Menaceur est alimenté actuellement par quatre réservoirs qui sont :

  - RV625 m^3 Menaceur (CR= 230m CTP= 234m).
  - RV150 m^3Boukabous (CR= 203m CTP= 206m).
  - RV300 m^3 Centre-ville (CR= 198m CTP= 203m).
  - RV 200 m^3AinKhelil (CR= 218 m, CTP= 222m).
  - RV75 m^3Bouhrbi (CR= 215m CTP= 218m) est aujourd'hui Hors service.

  Donc la capacité de stockage totale existante et de 1350 m^3

  Après avoir calculé le volume de stockage nécessaire pour la ville de chef-lieu Menaceur, on conclut que le volume disponible ne répond pas au besoin futur et il est insuffisant pour les horizons 2043 et2053.

  Le problème de manque de stockage calculé pour le chef-lieu de Menceur sera résolu par la réalisation d'un nouveau réservoir de capacité **3000 m3** (Projeté). Volume projeté = volume de déficit.

IV.8.1.3. ANALYSE DES RESULTATS :

Il à signaler que le chef-lieu de la commune de Menaceur est alimentée par 4 réservoirs de 1350 m3, qui est considéré comme insuffisant.

Il est donc nécessaire de projeter un autre réservoir d'une capacité de 3000 m3 qui sera réalisé en béton armé, semi enterré et en forme circulaire.

IV.9. Dimensionnement du réservoir :

On prendra un réservoir circulaire, dont les dimensions principales seront déterminées à partir de la relation suivante :

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right).H \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots IV.7$$

$$\text{Donc : } D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}}$$

- V : volume du réservoir (m3).
- D : diamètre du réservoir (m).
- H : hauteur d'eau dans le réservoir (hauteur de la cuve en m). La valeur de la hauteur « H » peut être variée entre (3-6) m, Cette hauteur peut atteindre 7 à 8 m dans les grands ouvrages.
- h : hauteur utile optimale d'eau (m), 3< h <6.

Pour notre cas on propose une hauteur d'eau de h =7 m

$$\text{Donc : } D = \sqrt{\frac{4.3000}{\pi.7}} = \mathbf{23.35m}$$

- Pour un diamètre normalisé on prend : D= **23.5 m**

$$S = \frac{\pi.D^2}{4} = \frac{\pi.23.5^2}{4} = \mathbf{433.73m^2}$$

- Pour la hauteur de la cuve :

$$H = \frac{V}{S} = \frac{3000}{433.73} = \mathbf{6.91m}$$

Pour une hauteur normalisée on prend : **H=7 m**

- Hauteur de la réserve d'incendie :

$$H_{INC} = \frac{V_{INC}}{S} = \frac{120}{433.73} = \mathbf{0.28m}$$

Tableau IV.3: caractéristique de réservoir projeter.

Réservoir	Type	Volume (m^3)	h(m)	D(m)	H(m)
Projeté	Semi-enterré	3000	7	23.5	7

IV.10. Les équipements des réservoirs :

- La cuve sera exécutée en béton armé.
- La cuve doit être visitable et ventilée
- La ventilation est facilitée par la présence de la cheminée d'accès qui comporte à sa partie supérieure des orifices à l'air libre obturés par des grillages.
- La chambre des vannes se situe à côté du réservoir ou se trouve réunies les vannes.
- L'accès à la cuve s'effectue par une échelle qui longe les parois.

IV.10.1. Conduite d'adduction :

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir peut être placée soit au fond de celui-ci, soit à la partie supérieure, d'où l'oxygénation de l'eau (Figure IV.2).

En général, l'obturation est assurée par un robinet flotteur si l'adduction est gravitaire, par un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

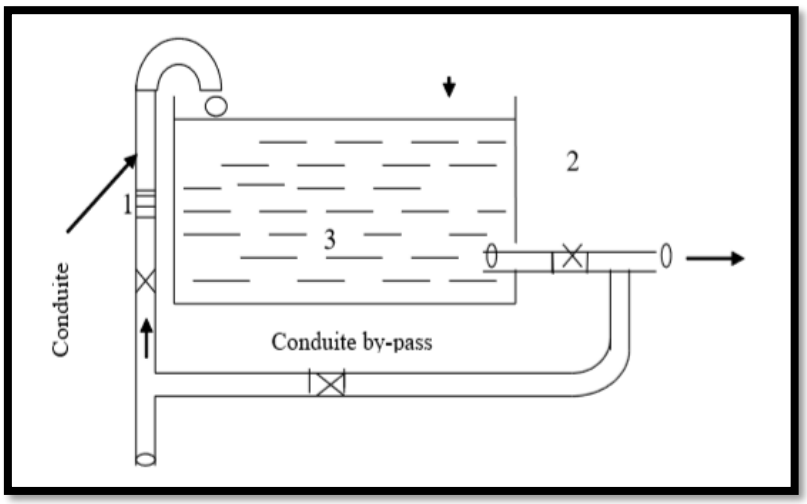


Figure IV.2 : conduite d'adduction

IV.10.2. Conduite de distribution :

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.20 m au-dessus du radier afin d'éviter l'introduction des matières et sables décantés dans la cuve .

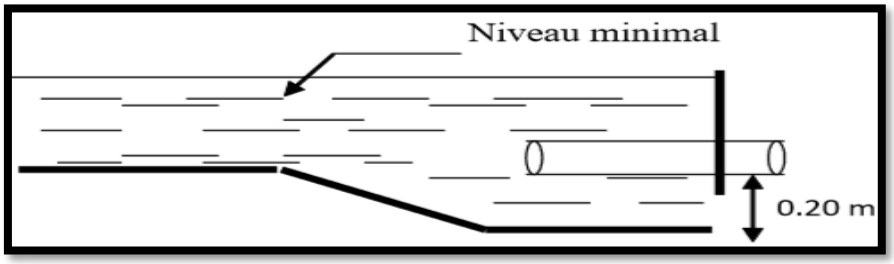


Figure IV.3 : conduite de distribution.

IV.10.3. Conduite du trop-plein :

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal.

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

IV.10.4. Conduite de vidange :

La conduite de vidange se trouve au point le plus bas du réservoir, elle permet la vidange du réservoir, à cet effet, le radier du réservoir est réglé en pente vers son orifice.

Elle est raccordée à la conduite de trop-plein et comporte un robinet-vanne (Figure IV.4).

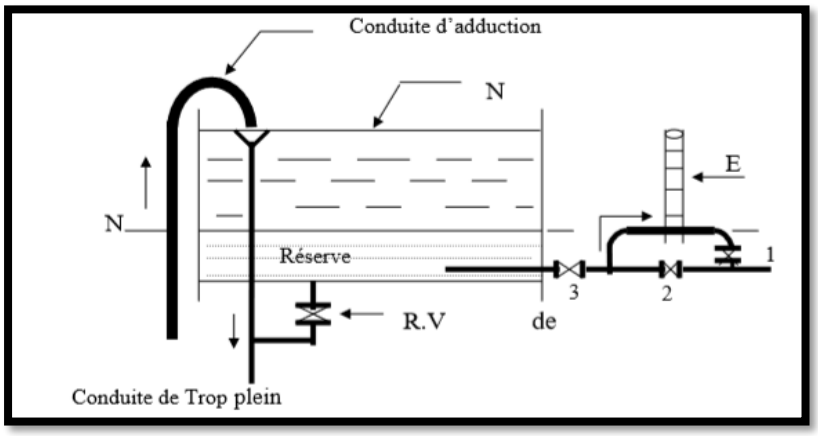


Figure IV.4 : Matérialisation de la réserve d'incendie

IV.10.5. Conduite BY-PASS :

Elle relie la conduite d'adduction à celle de la distribution. Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir, son fonctionnement est le suivant :

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

IV.10.6. Matérialisation de la réserve d'incendie :

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut en interdire l'utilisation, pour cela présente un système en siphon :

- En temps normal 1 est fermé 2 est ouvert, en cas de sinistre il suffit d'ouvrir le 1.

- L'évent d'un siphon interdit l'utilisation au-dessous du niveau N-N tant que la vanne 2 est fermée (vanne d'incendie)

Son fonctionnement est le suivant :

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

IV.11. Etat des réservoirs existants :

Après avoir effectué une visite à l'endroit où se situent les quatre réservoirs alimentant la ville de Menaceur, nous avons constaté que :

- Les réservoirs sont en bon état.
- Il n y a pas des fissures dans les ouvrage mais la peinture est en mauvais état.
- Les chambres des vannes sont en mauvais état.
- Il n'y a pas d'éclairage dans cette zone.
- Les conduites d'adduction en acier galvanisé des réservoirs souffrent de corrosion.
- Les vannes utilisées sont anciennes et détériorées.

IV.12.Conclusion :

La commune de Chef-lieu Menaceur possède actuellement quatre réservoirs d'une capacité de stockage totale de 1350 m^3.

Après avoir fait le calcul du volume de stockage nécessaire à différents horizons, nous avons constaté un déficit en 2043, c'est pourquoi nous recommandons la réalisation d'un nouveau réservoir de capacité 3000 m^3.

Pour les réservoirs existants, une légère réhabilitation doit être prévue afin que les anneciennes vannes soient remplacée par de nouvelles, les conduites d'arrivé doivent être remplacées par de nouveaux tuyaux en PEHD résistants à la corrosion, et l'endroit où se trouvent les réservoirs doit être éclairé, désherbé, et clôturé pour plus de sécurité.

Chapitre V :

Réhabilitation du réseau d'AEP à l'horizon 2053

V.1.Introduction :

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit et la pression nécessaires à chaque consommateur.

Après diagnostic physique et hydraulique du réseau de distribution de la ville de Menaceur, nous avons trouvés que ce dernier était partiellement détérioré, d'où l'existence de chapitre qui a pour objectif de réhabiliter et projeter le réseau d'AEP de la commune de Menaceur chef-lieu.

Nous proposons donc une amélioration du réseau existant et nous réalisons une simulation hydraulique au cas de pointe cas de pointe plus incendie à l'horizon 2053.

V .2-Le système d'AEP :

Le système d'AEP comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage (1, 3). Au traitement (5). Au transport (2, 6, 8), au stockage (7) et au réseau de distribution (9) et enfin les différents consommateurs (10).

V.3-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 maillés et les réseaux combinés : Ramifiés-maillé).

V .3.1. Réseau ramifié :

L'eau circule dans les tronçons dans un seul sens : des conduites principales vers les conduites secondaires.

Avantage : économique. Calcul simple.

Inconvénient : Manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau).

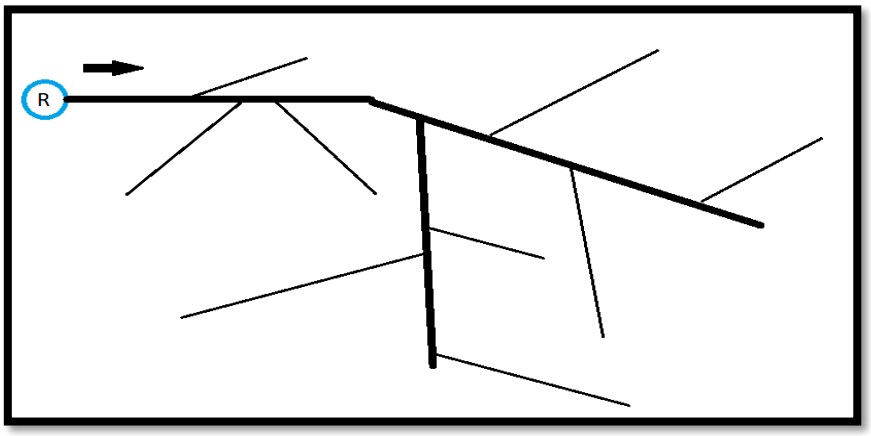


Figure V.1 : schéma d'un réseau ramifié

V .3. 2. Réseau maillé :

Dérive du réseau ramifié par la connexion des extrémités des conduites permettant une alimentation de retour.

Avantage : Plus de sécurité (en cas de rupture d'une conduite il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres tronçons) avec une répartition plus uniforme de pression et du débit.

Inconvénient : Plus coûteux et plus difficile à calculer.

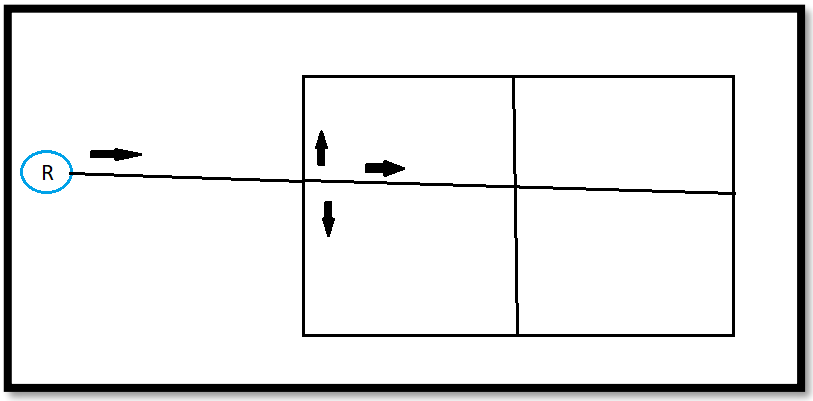


Figure V .2: schéma d'un réseau maillé

V .3.3. Réseau combiné ou mixte :

C'est une combinaison d'un réseau maillé et d'un réseau ramifié.

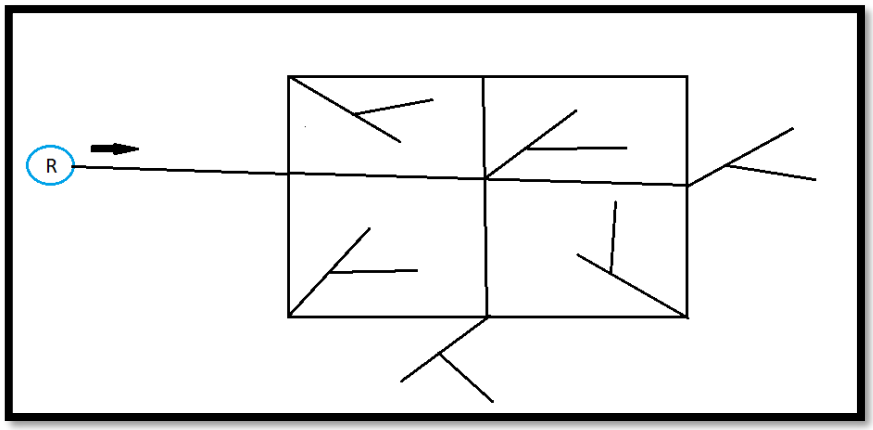


Figure V.3 : schéma d'un réseau mixte.

Remarque :

En général on utilise un réseau maillé dans les zones urbaines et un réseau ramifié dans les zones rurales.

V. 4. Conception du réseau de distribution :

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

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des gros consommateurs.

- Le relief.
- Le souci d'assurer un service souple et précis.

V .5. Choix du type de matériaux :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression, l'agressivité dû aux eaux et au sol, et l'ordre économique (coût, disponibilité sur le marché), ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes ….) permettent de faire le bon choix. Parmi les matériaux à utiliser on distingue entre autre : L'acier, la fonte ductile, le PVC (polyvinyle de chlorure) et le PE (polyéthylène)

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD (Polyéthylène Haute Densité) qui répondent mieux aux qualités suscitées en plus ces matériaux résiste bien à la corrosion et aux mouvements du terrain.

V.5.1-Tuyaux en P.E.H.D :

V.5.1.1-Les avantages :

- Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage ; grâce à l'inertie chimique du tuyau qui évite la dissolution et l'abrasion de métaux même si l'eau n'est pas parfaitement équilibrée.
- Disponibilité sur le marché.
- Facilité de pose (bonne flexibilité), puisque on les trouve en couronnes ou en tourets jusqu'au Ø160.Ils s'adaptent donc bien au terrain ; possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres.
- Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite) ; ce qui améliore l'étanchéité du réseau.
- La conduite étant auto butée on supprime quasiment tout massif de butée.
- Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible).
- Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°c.

V.5.1.2-Les inconvénients :

- Nécessite une grande technicité pour la jonction.

IV.5.2-Tuyaux en PVC :

V.5.2.1-Les avantages :

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

V.5.2.2-Les inconvénients :

- Risque de rupture.
- Sensible à la température.

V .6. Choix du système de distribution :

Dans l'alimentation en eau potable, on distingue deux principaux systèmes de distribution :

- Système à réservoir de tête.
- Système à contre réservoir ou à injection directe.

Vu la configuration du terrain de notre commune, nous avons opté dans notre étude pour le système à réservoir de tête. Le réseau de distribution dans notre cas d'étude est le réseau maillé avec quelques ramifications.

V. 7. Principe de tracé du réseau :

Le tracé de notre réseau de distribution a été conçu en tenant compte des paramètres suivants :

- Déterminer les quartiers les plus denses de la population.
- Repérer les consommateurs importants (débit concentré).
- Déterminer le sens principal pour assurer la distribution aux consommateurs.
- Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situées sur les côtes les plus élevés pour bien répartir l'eau.
- Pour avoir des mailles, il faut raccorder les conduites maîtresses par des conduites secondaires.
- Les conduites principales doivent être reliées entre elle, par les conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

V .8. Calcul hydraulique du réseau de distribution :

V .8.1. Hypothèses de calcul :

Les mêmes principes fondamentaux des conduites d'adduction s'appliquent pour les canalisations : pertes de charges linéaires, singulières, lignes piézométriques, …

a) Débit :

- L'estimation des besoins de l'agglomération la plus précise possible.
- Le calcule hydrauliques des canalisations se fait avec le débit de pointe horaire.
- Il faut vérifier la condition d'incendie. Le débit d'incendie à prévoir au point le plus défavorable du réseau est de 60 m^3/h (17 l/s).

b) b. Pression :

Les réseaux doivent satisfaire les conditions de pression suivantes :

- Une charge minimale de 10 m aux robinets les plus élevés.
- Une charge maximale de 60 m (limitation des fuites etdes coups de Bélier). Si une telle pression devait se manifester il faut prévoir des réducteurs de pression ou un réseau étagé.

c) Choix du diamètre :

Dans les tronçons avec bouche d'incendie, le diamètre minimal est de 80mm, la vitesse d'eau dans les conduites de distribution sera entre 0,5 et 1,2 m/s, les vitesses inférieures favorisent les dépôts solides, des vitesses excessives favorisent le bruit et les coups de bélier. En cas d'incendie en tolère une vitesse jusqu'à 2,5 m/s.

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

- Cas de pointe (Qp).
- Cas de pointe plus incendie (Qp + Qinc).

V.8.2 Calcul des débits de dimensionnement :

V.8.2.1 Cas de pointe :

a) Débit de point :

$$Q_p = Q_{maxh} = \sum Q_{ri} + \sum Q_{conc} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(IV.1)}$$

Avec :

- Q_{maxh} : débit consommé (l/s)

-Q_{ri} : est le débit en route globale (l/s)

- Q_{conc}: Débit concentré (l/s), dans notre cas $Q_{conc} = 0$

AN : $\sum Q_{ri} = Q_p = Q_{maxh}$ = **144,27 l/s**

b) Débit spécifique :

$$q_{sp} = \sum Q_{ri} / \sum L_i \, [l/s/ml] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (IV.2)$$

Avec :

-Σ Li : Somme des longueurs des tronçons qui assurant la distribution en route.

-Qri : est le débit en route globale (l/s).

AN : q_{sp}=144.27/10398.39 =**0,0139 l/s/ml**

c) Débit en route de chaque tronçon :

Il est donné par la formule suivante :

$$Qri = qsp \times Li \quad [l/s] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (IV.3)$$

Avec :

-Qri : Débit en route de chaque tronçon (l/s).

-Qsp : Débit spécifique (l/s/ml).

-Li : La longueur du tronçon (m).

d) Détermination des Débits aux nœuds :

$$\boldsymbol{QNi = 0.5 \times \sum Qri + Qconc} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\boldsymbol{IV.4})$$

Avec :

- Qri : est le débit du tronçon affectant ce nœud.
- $\sum Q_{Ni} = Q_p$ = **144.27 l/s**

Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux du réseau projeté cas de pointe

N° nœud	Tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	c20	256	0,0139	3,5518	
	c7	348,1	0,0139	4,8296	
	c33	60	0,0139	0,8325	
n9	c28	161	0,0139	2,2337	5,72
	c29	16,4	0,0139	0,2275	
	p55	36,94	0,0139	0,5125	
	c1	31,1	0,0139	0,4315	
n10	p9	56,09	0,0139	0,7782	0,97
	p9	56,09	0,0139	0,7782	
	p13	22,94	0,0139	0,3183	
n11	p12	46	0,0139	0,6382	0,87
	c33	60	0,0139	0,8325	
	c29	16,4	0,0139	0,2275	
n12	p10	48,97	0,0139	0,6794	0,87
	p10	48,97	0,0139	0,6794	
	p11	178,8	0,0139	2,4807	
n13	p13	22,94	0,0139	0,3183	1,74
	p11	178,8	0,0139	2,4807	
	p56	46,89	0,0139	0,6506	
	p57	30,79	0,0139	0,4272	
n14	c2	23,4	0,0139	0,3247	1,94
	p12	46	0,0139	0,6382	
n15	p44	40,19	0,0139	0,5576	0,60
	p14	160,9	0,0139	2,2324	
n16	p15	11,41	0,0139	0,1583	1,20
	c36	45	0,0139	0,6243	
	p23	66,56	0,0139	0,9235	
	p14	160,9	0,0139	2,2324	
n17	p40	24,18	0,0139	0,3355	2,06
	p15	11,41	0,0139	0,1583	
	p17	177,7	0,0139	2,4654	
n18	p16	29,14	0,0139	0,4043	1,51
	p16	29,14	0,0139	0,4043	
n19	p27	89,53	0,0139	1,2422	0,82
	p35	61,15	0,0139	0,8484	
	p17	177,1	0,0139	2,4571	
n20	p36	10,6	0,0139	0,1471	1,73
n22	c4	101,2	0,0139	1,4041	0,70
	p28	27,91	0,0139	0,3872	
	p37	31,71	0,0139	0,4400	
n23	c4	101,2	0,0139	1,4041	1,12
	c6	159,62	0,0139	2,2146	
n25	p22	79,06	0,0139	1,0969	1,66
	p27	89,53	0,0139	1,2422	
	p28	27,91	0,0139	0,3872	
n26	c6	159,62	0,0139	2,2146	1,92
n27	p22	79,06	0,0139	1,0969	0,55
	p38	60	0,0139	0,8325	
n28	p23	66,56	0,0139	0,9235	0,88

Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux du réseau projeté cas de pointe (suite)

N° nœud	Tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	p24	127,2	0,0139	1,7648	
	p40	24,18	0,0139	0,3355	
n29	p39	21,55	0,0139	0,2990	1,20
n30	p24	127,2	0,0139	1,7648	0,88
	p25	66,67	0,0139	0,9250	
	p32	66,21	0,0139	0,9186	
n31	p30	238,9	0,0139	3,3145	2,58
n32	p25	66,67	0,0139	0,9250	0,46
n33	p26	80,76	0,0139	1,1205	0,56
	p26	80,76	0,0139	1,1205	
	p33	46,79	0,0139	0,6492	
n34	p32	66,21	0,0139	0,9186	1,34
	p37	31,71	0,0139	0,4400	
n35	p29	97,19	0,0139	1,3484	0,89
n36	p29	97,19	0,0139	1,3484	0,67
	p30	238,9	0,0139	3,3145	
n37	c14	25,14	0,0139	0,3488	1,83
	c14	25,14	0,0139	0,3488	
	p31	689,2	0,0139	9,5621	
n38	c16	13,54	0,0139	0,1879	5,05
	p41	165,8	0,0139	2,3003	
	c35	40	0,0139	0,5550	
n39	p31	689,2	0,0139	9,5621	6,21
	p35	61,15	0,0139	0,8484	
	p34	120,7	0,0139	1,6746	
n40	p33	46,79	0,0139	0,6492	1,59
n41	p34	120,7	0,0139	1,6746	0,84
n42	p36	107,6	0,0139	1,4929	0,75
	c3	90,8	0,0139	1,2598	
n43	p38	60	0,0139	0,8325	1,05
n44	p39	21,55	0,0139	0,2990	0,15
n45	p41	165,8	0,0139	2,3003	1,15
	c10	39,72	0,0139	0,5511	
n46	c17	15,3	0,0139	0,2123	0,38
	c16	13,54	0,0139	0,1879	
	p43	541	0,0139	7,5059	
n47	c17	15,3	0,0139	0,2123	3,95
n48	p43	541	0,0139	7,5059	3,75
n49	p44	40,19	0,0139	0,5576	0,28
	c9	28,83	0,0139	0,4000	
n50	c30	250,13	0,0139	3,4704	1,94
	c31	63	0,0139	0,8741	
n51	c36	45	0,0139	0,6243	0,75
n54	c27	290	0,0139	4,0235	2,01
	c27	290	0,0139	4,0235	
	p48	135,9	0,0139	1,8855	
n55	c26	61,2	0,0139	0,8491	3,38
n56	p48	135,9	0,0139	1,8855	0,94

Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux du réseau projeté cas de pointe (suite)

N° nœud	Tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)
	c26	61,2	0,0139	0,8491	
	c2	23,4	0,0139	0,3247	
n57	p49	145,1	0,0139	2,0131	1,59
	p49	145,1	0,0139	2,0131	
n58	c35	46,3	0,0139	0,6424	1,33
	c12	35,55	0,0139	0,4932	
n59	c21	125	0,0139	1,7343	1,11
	c28	161	0,0139	2,2337	
n60	c3	90,8	0,0139	1,2598	1,75
	p65	175,4	0,0139	2,4335	
	c24	123	0,0139	1,7065	
n61	c7	348,1	0,0139	4,8296	4,48
	c22	206	0,0139	2,8581	
n63	c15	490,26	0,0139	6,8020	4,83
n68	p55	36,94	0,0139	0,5125	0,26
n69	p56	46,89	0,0139	0,6506	0,33
n70	p57	30,79	0,0139	0,4272	0,21
	c21	125	0,0139	1,7343	
	c22	206	0,0139	2,8581	
n79	c13	277,7	0,0139	3,8529	4,22
	c24	123	0,0139	1,7065	
	c5	600	0,0139	8,3245	
n80	c25	61	0,0139	0,8463	5,44
	c13	277,7	0,0139	3,8529	
	p64	520,1	0,0139	7,2160	
n81	c5	600	0,0139	8,3245	9,70
	c15	490,26	0,0139	6,8020	
	p64	520,1	0,0139	7,2160	
	p65	175,4	0,0139	2,4335	
	p69	310,7	0,0139	4,3107	
n82	c23	82	0,0139	1,1377	10,95
	c11	35,65	0,0139	0,4946	
n83	p67	39,56	0,0139	0,5489	0,52
	p67	39,65	0,0139	0,5501	
	c19	517,74	0,0139	7,1832	
n84	c20	256	0,0139	3,5518	5,64
	c18	26	0,0139	0,3607	
	c23	82	0,0139	1,1377	
n85	p68	326,6	0,0139	4,5313	3,01
n86	p68	326,6	0,0139	4,5313	2,27
n87	p69	310,7	0,0139	4,3107	2,16
	c1	31,1	0,0139	0,4315	
n89	p71	99,68	0,0139	1,3830	0,91
n90	p71	99,68	0,0139	1,3830	0,69
	p72	175,8	0,0139	2,4391	
n91	c8	21,3	0,0139	0,2955	1,37
	p72	175,8	0,0139	2,4391	
	c18	26	0,0139	0,3607	
n92	c19	517,74	0,0139	7,1832	4,99
n93	c32	106,3	0,0139	1,4748	0,74

Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux du réseau projeté cas de pointe (suite)

N° nœud	Tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)
	c32	106,3	0,0139	1,4748	
	c31	63	0,0139	0,8741	
n94	c30	250,13	0,0139	3,4704	2,91
				somme	144.15

V.8.2.2. Cas de pointe +incendie :

Seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir (17 l/s) se trouve au point le plus défavorable (éloigné) qui est le nœud**n90**

Donc :

$$Q_{n90} = 0.69 + 17 = \mathbf{17.69\ l/s}$$

Alors le débit nodal **Qn =161.15 l/s**

V.9. Détermination des paramètres hydrauliques du réseau :

V.9.1. Cas de pointe :

Les résultats des différents tronçons cas de pointe est donnée dans les tableaux suivants (Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons) :

Tableau. V.2 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (cas de pointe).

tronçon	Longueur	Diamètre	débit	Vitesse	perte de charge
	(m)	(mm)	(l/s)	(m/s)	m
Pipe p9	56.09	51.4	-1.10	0.53	0,07
Pipe p10	48.97	51.4	-0.20	0.50	0,10
Pipe p11	178.4	51.4	-4.80	2.31	9,97
Pipe p12	46	40.8	0.88	0.67	0,63
Pipe p13	22.94	51.4	2.85	1.38	0,22
Pipe p14	160.9	368.2	226.34	2.13	1,22
Pipe p15	11.41	257.8	227.54	1.36	0,49
Pipe p16	29.14	130.8	-8.33	0.62	0,08
Pipe p17	177.7	290.6	237.38	1.58	4,62
Pipe p22	79.06	32.6	0.55	0.66	1,37
Pipe p23	66.56	290.6	19.48	0.29	0,01
Pipe p24	127.2	32.6	0.88	1.05	5,05
Pipe p25	66.67	32.6	0.46	0.55	0,85
Pipe p26	80.76	32.6	-0.56	0.67	1,45
Pipe p27	89.53	130.8	7.51	0.56	0,21
Pipe p28	27.91	90	3.38	0.53	0,09
Pipe p29	97.19	40.8	0.67	0.51	0,82
Pipe p30	238.9	290.6	247.23	1.73	6,69
Pipe p31	689.2	130.8	23.89	1.78	11,79
Pipe p32	66.21	290.6	244.19	1.68	1,81
Pipe p33	46.79	290.6	242.29	1.65	1,26
Pipe p34	120.7	51.4	0.84	0.40	0,50
Pipe p35	61.15	290.6	239.86	1.62	1,62

Tableau. V.2 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (cas de pointe). (suite)

tronçon	Longueur	Diamètre	débit	Vitesse	perte de charge
	(m)	(mm)	(l/s)	(m/s)	m
Pipe p36	107.6	40.8	0.75	0.57	1,11
Pipe p37	31.71	51.4	1.56	0.75	0,39
Pipe p38	60	90	18.60	1.92	3,01
Pipe p39	21.55	32.6	0.15	0.58	0,04
Pipe p40	24.18	184	2.23	0.98	0,5
Pipe p41	165.8	51.4	1.15	0.55	1,20
Pipe p43	541	90	3.75	0.59	2,20
Pipe p44	40.19	32.6	-0.28	0.94	0,22
Pipe p48	135.9	40.8	0.94	0.72	2,08
Pipe p49	145.1	102.2	-15.20	1.85	3,40
Pipe p55	36.94	32.6	0.26	0.31	0,17
Pipe p56	46.89	32.6	0.33	0.60	0,33
Pipe p57	30.79	32.6	0.21	0.75	0,10
Pipe p64	520.1	130.8	28.67	2.13	2,80
Pipe p65	175.4	102.2	-8.46	1.03	0,19
Pipe p67	39.56	102.2	-1.48	0.78	0,27
Pipe p68	326.6	61.4	2.27	0.77	3,38
Pipe p69	310.7	51.4	2.16	1.04	6,89
Pipe p71	99.68	32.6	17.69	1.19	2,58
Pipe p72	175.8	147.2	-22.18	1.30	2,17
Pipe C1	31.3	51.4	18.60	1.96	0,41
Pipe C2	23.4	90	7.28	1.14	0,23
Pipe C3	90.8	90	17.55	1.76	4,00
Pipe C4	101.2	40.8	0.70	0.54	0,92
Pipe C6	159.62	51.4	2.21	1.07	3,68
Pipe C8	5	163.6	20.81	0.99	0,03
Pipe C9	28.83	290.6	-196.23	2.02	0,54
Pipe C10	24.84	327.4	286.08	1.40	0,51
Pipe C11	35.65	184.0	-0.96	0.04	0,01
Pipe C12	35.55	290.6	92.19	1.39	0,16
Pipe C5	600	102.2	14.05	1.71	2,16
Pipe C13	277.7	229.2	-52.42	1.27	1,35
Pipe C15	490.26	130.8	29.62	2.20	5,78
Pipe C18	26	147.2	31.43	1.85	0,57
Pipe C19	517.74	90	4.26	0.67	2,92
Pipe C20	256	90	-2.86	0.45	4,26
Pipe C21	125	290.6	-91.08	1.37	0,53
Pipe C22	206	184	34.45	1.30	1,38
Pipe C23	82	163.6	-36.71	1.75	1,38
Pipe C24	123	102.2	-8.19	1.00	0,84
Pipe C25	61	32.6	0.42	0.50	0,66
Pipe C14	25.14	290.6	249.06	1.76	0,71
Pipe C16	13.54	327.4	-278.00	1.30	0,26
Pipe C17	15.3	327.4	-285.70	1.39	0,31

Tableau. V.2 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (cas de pointe). (suite)

tronçon	Longueur	Diamètre	débit	Vitesse	perte de charge
	(m)	(mm)	(l/s)	(m/s)	m
Pipe C26	61.2	73.6	6.33	1.49	1,66
Pipe C27	290	61.4	2.01	0.68	2,42
Pipe C30	250.13	290.6	-198.17	1.99	4,80
Pipe C31	63	290.6	201.82	1.04	1,25
Pipe C32	106.3	40.2	-0.74	0.58	1,15
Pipe C35	40	102.2	-16.53	2.01	1,11
Pipe C36	45	290.6	-202.57	1.05	0,90
Pipe C7	348.1	130.8	12.17	0.91	0,41
Pipe C28	161	130.8	-15.80	1.18	0,93
Pipe C29	16.4	90	-18.73	1.94	0,05
Pipe C33	60	90	-19.39	1.05	0,22

Les pressions :

Résultat charge et pression des nœuds dans le cas de point sont dans le tableau suivant :

Tableau. V.3 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe).

Nœud	Elévation	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n9	179	199.66	20.66
Junc n10	166	193.79	27.79
Junc n11	167	194.17	27.17
Junc n12	178.4	194.99	16.59
Junc n13	166	195.01	29.01
Junc n14	167	211.48	44.48
Junc n15	171	193.54	22.54
Junc n16	194	212.57	18.57
Junc n17	190	211.34	21.34
Junc n18	190	213.06	23.06
Junc n19	189.4	212.98	23.58
Junc n20	189	217.71	28.71
Junc n22	185	211.75	26.75
Junc n23	186	212.67	26.67
Junc n25	182	209.09	27.09
Junc n26	187	212.77	25.77
Junc n27	176	207.71	31.71
Junc n28	190	211.32	21.32
Junc n29	189	211.34	22.34
Junc n30	180	206.29	26.29
Junc n31	200	222.44	22.44
Junc n32	199	221.60	22.60
Junc n33	191	219.17	28.17
Junc n34	192	220.62	28.62
Junc n35	186	212.28	26.28
Junc n36	187	211.46	24.46
Junc n37	219	229.18	10.18
Junc n38	219.4	229.90	10.50

Tableau. V.3 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe).

Nœud	Elévation	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n39	192.24	216.99	24.75
Junc n40	185	219.35	34.35
Junc n41	193	218.84	25.84
Junc n42	200	216.61	16.61
Junc n43	180	206.99	26.99
Junc n44	187	211.30	24.30
Junc n45	171	215.79	44.79
Junc n46	220	230.49	10.49
Junc n47	220	230.17	10.17
Junc n48	200	227.97	27.97
Junc n49	171	193.33	22.33
Junc n50	192	204.53	12.53
Junc n51	190	210.46	20.46
Junc n54	172	207.72	35.72
Junc n55	175	210.13	35.13
Junc n56	173	208.05	35.05
Junc n57	176	211.79	35.79
Junc n58	177	215.73	38.73
Junc n59	176.5	218.83	42.33
Junc n60	179	201.09	22.09
Junc n61	161	201.59	40.59
Junc n62	162	202.03	40.03
Junc n63	173.5	216.82	43.32
Junc n68	164.5	193.62	29.12
Junc n69	171.8	211.15	39.35
Junc n70	168	211.38	43.38
Junc n79	176	218.27	42.27
Junc n80	163	202.69	39.69
Junc n81	162	216.82	54.82
Junc n82	170	203.25	33.25
Junc n83	189	199.00	10.00
Junc n84	187	199.02	12.02
Junc n85	179	202.11	23.11
Junc n86	184	198.73	14.73
Junc n87	178	196.37	18.37
Junc n89	164.5	179.83	14.67
Junc n90	173	148.03	21.03
Junc n91	190	200.02	10.02
Junc n92	189	201.66	12.66
Junc n93	187	208.09	21.09
Junc n94	188	209.23	21.23

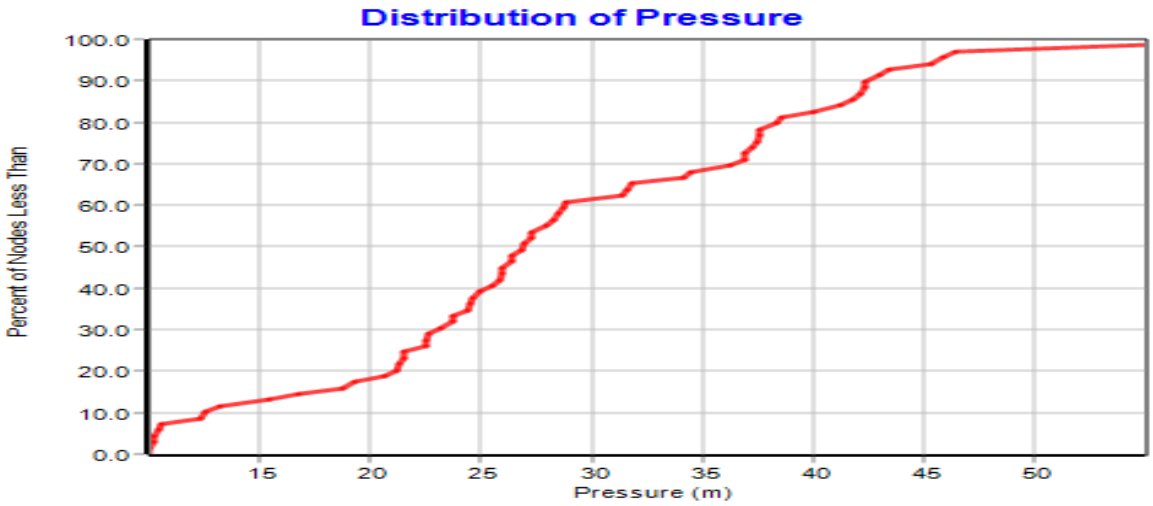


Figure. V .5: Distribution des pressions dans le réseau projeter (cas de point).

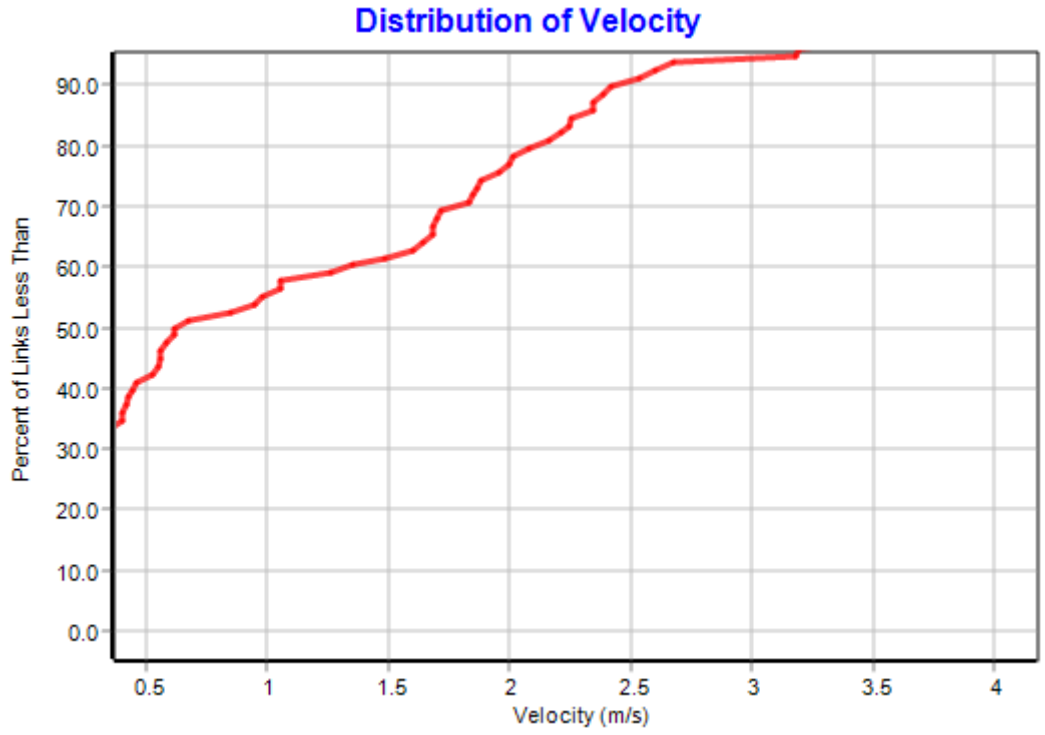


Figure .V.6 : Distribution des vitesses dans le réseau projeter (cas de point)



Figure V.7: zone de distribution de pression

RESULTATS DE SIMULATION:

- En 2053, le scénario garantit des pressions supérieures à 1 bar sur l'ensemble du réseau et donc un service de qualité pour les usagers. Les quartiers de Menaceur sont correctement alimentés en eau aux heures de pointe .Leurs valeurs varient entre 10 et 50 m.c.e et quelques nœuds la pression élevée car la dénivelée grande.
- Le scénario permet d'assurer la continuité du service et des pressions sur l'ensemble du réseau à l'horizon 2053, et d'étendre la couverture du réseau vers les quartiers en développement de Menaceur en réalisant une extension de réseau et nouveau réservoir d'eau,
- La simulation ensuite sur le fichier Epanet nous a permis d'avoir des bonnes vitesses sur tout le réseau.

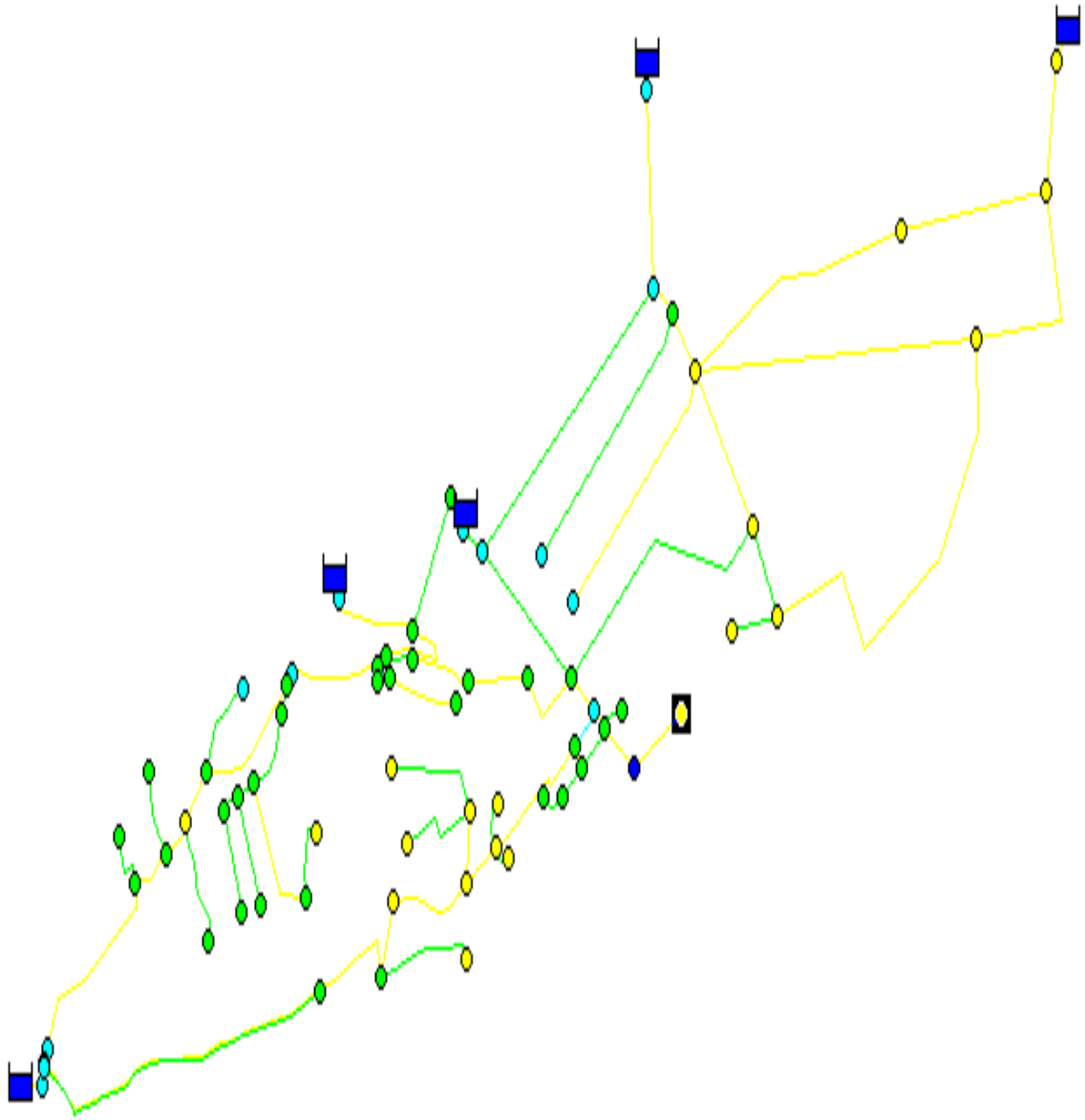


Figure V .8 : Résultats de simulation de Vitesses et pressions pour le cas de Pointe.

V.9.2. Cas de pointe +incendie :

Les résultats des différents tronçons pour le cas de pointe + incendie sont donnés dans les tableaux suivants :

a) Les vitesses :

Tableau. V.5 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (Cas de pointe+ incendie).

Tronçon	Longueur	Diamètre	débit	vitesse	Perte de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p9	56,09	40.8	-0,32	0,45	0,044
Pipe p10	48,97	40.8	-0,59	0,49	0,112
Pipe p11	178,4	51.4	-4,4	2,12	4,131
Pipe p12	46	40.8	0,88	0,72	0,209
Pipe p13	22,94	40.8	2,07	1	0,471
Pipe p14	160,9	163.6	47,47	2,26	3,569
Pipe p15	11,41	147.2	48,67	3,62	0,781
Pipe p16	29,14	130.8	-8,33	0,62	0,082
Pipe p17	177,7	184	58,51	2,2	3,271
Pipe p22	79,06	32.6	0,55	0,52	0,473
Pipe p23	66,56	102.2	17,39	2,12	2,304
Pipe p24	127,2	32.6	0,88	1,05	5,049
Pipe p25	66,67	32.6	0,46	0,45	0,292
Pipe p26	80,76	51.4	-0,56	0,57	0,166
Pipe p27	89,53	130.8	7,51	0,76	0,210
Pipe p28	27,91	114.6	3,38	0,75	0,016
Pipe p29	97,19	51.4	0,67	0,46	0,050
Pipe p30	238,9	184	68,36	2,57	5,841
Pipe p31	689,2	130.8	23,49	1,75	2,530
Pipe p32	66,21	184	65,32	2,46	1,490
Pipe p33	46,79	184	63,42	2,39	0,998
Pipe p34	120,7	40.8	0,84	0,4	0,505
Pipe p35	61,15	184	60,99	2,29	1,214
Pipe p36	107,6	51.4	0,75	0,62	0,026
Pipe p37	31,71	114.6	1,56	0,62	0,005
Pipe p38	60	90	16,51	2,6	3,489
Pipe p39	21,55	32.6	0,15	0,48	0,039
Pipe p40	24,18	32.6	2,23	2,67	5,029
Pipe p41	165,8	73.6	1,15	0,47	0,219
Pipe p43	541	102.2	3,75	0,46	1,196
Pipe p44	40,19	40.8	-0,28	0,63	0,025
Pipe p48	135,9	40.8	0,94	0,52	0,298
Pipe p49	145,1	40.8	-14,8	1,8	3,752
Pipe p55	36,94	51.4	0,26	0,43	0,020
Pipe p56	46,89	40.8	0,33	0,65	0,115
Pipe p57	30,79	40.8	0,21	0,42	0,012
Pipe p64	520,1	163.6	11,44	1,39	8,441
Pipe p65	175,4	147.2	-8,95	1,09	1,831
Pipe p67	39,56	51.4	3,77	0,46	0,088
Pipe p68	326,6	102.2	2,27	0,48	0,297
Pipe p69	310,7	51.4	2,16	0,46	0,258

Tableau. V.5 : Résultat des Caractéristiques Hydrauliques et diamètres des tronçons (Cas de pointe+ incendie). (suite)

Tronçon	Longueur	Diamètre	débit	vitesse	Perte de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p71	99,68	40.8	17,69	2,78	6,567
Pipe p72	175,8	51.4	1,58	0,79	0,016
Pipe C1	31,3	102.2	18,6	2,92	2,259
Pipe C2	23,4	102.2	6,88	1,08	0,281
Pipe C3	90,8	102.2	15,46	2,43	4,687
Pipe C4	101,2	90	0,7	0,51	0,021
Pipe C6	159,62	90	2,21	0,65	0,254
Pipe C8	5	90	-2,95	0,54	0,001
Pipe C9	28,83	102.2	-19,45	0,93	0,127
Pipe C10	24,84	73.6	106,82	3,25	0,822
Pipe C11	35,65	90	4,29	0,56	0,006
Pipe C12	35,55	90	65,66	2,47	0,807
Pipe C5	600	73.6	11,43	1,39	9,726
Pipe C13	277,7	73.6	-32,56	1,91	5,165
Pipe C15	490,26	102.2	22,94	1,71	8,535
Pipe C18	26	163.6	7,04	1,11	0,325
Pipe C19	517,74	204.6	3,63	0,44	1,077
Pipe C20	256	163.6	1,76	0,48	0,274
Pipe C21	125	184	-64,55	2,43	2,753
Pipe C22	206	102.2	27,77	2,07	5,072
Pipe C23	82	147.2	-12,32	1,5	1,522
Pipe C24	123	130.8	-5,57	0,68	0,549
Pipe C25	61	90	0,42	0,45	0,076
Pipe C14	25,14	102.2	70,19	2,64	0,645
Pipe C16	13,54	90	-98,74	3,71	0,648
Pipe C17	15,3	184	-106,44	3,24	0,503
Pipe C26	61,2	130.8	6,33	1,49	1,659
Pipe C27	290	102.2	2,01	0,68	2,419
Pipe C30	250,13	102.2	-21,39	1,59	3,839
Pipe C31	63	40.8	25,04	1,86	1,286
Pipe C32	106,3	184	-0,74	0,58	1,146
Pipe C35	40	184	-16,13	1,97	1,209
Pipe C36	45	204.6	-25,79	1,92	0,969
Pipe C7	348,1	73.6	10,03	0,75	1,368
Pipe C28	161	61.4	-13,71	1,02	1,108
Pipe C29	16,4	130.8	-19,51	1,89	0,403
Pipe C33	60	130.8	-19,79	2,41	2,624

b) Les pressions :

Les résultats des différents nœuds pour le cas de pointe + incendie sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau. V.6 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe+ incendie).

Nœud	Elévation	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n9	179	198,63	19,63
Junc n10	166	195,61	29,61
Junc n11	167	195,65	28,65
Junc n12	178,4	196,01	17,61
Junc n13	166	196,12	30,12
Junc n14	167	210,25	43,25
Junc n15	171	195,44	24,44
Junc n16	194	213,79	19,79
Junc n17	190	210,22	20,22
Junc n18	190	214,57	24,57
Junc n19	189,4	214,49	25,09
Junc n20	189	217,84	28,84
Junc n22	185	214,24	29,24
Junc n23	186	214,26	28,26
Junc n25	182	214,02	32,02
Junc n26	187	214,28	27,28
Junc n27	176	213,55	37,55
Junc n28	190	207,92	17,92
Junc n29	189	205,19	16,19
Junc n30	180	200,14	20,14
Junc n31	200	221,54	21,54
Junc n32	199	221,25	22,25
Junc n33	191	219,89	28,89
Junc n34	192	220,05	28,05
Junc n35	186	214,26	28,26
Junc n36	187	214,21	27,21
Junc n37	220	27,38	17,38
Junc n38	220,4	238,03	17,63
Junc n39	192,24	215,49	23,25
Junc n40	185	219,05	34,05
Junc n41	193	218,55	25,55
Junc n42	200	217,81	17,81
Junc n43	180	204,43	24,43
Junc n44	187	205,15	18,15
Junc n45	171	215,28	44,28
Junc n46	220	229,18	9,18
Junc n47	220	228,68	8,68
Junc n48	200	227,48	27,48
Junc n49	171	195,42	24,42
Junc n50	192	204,13	12,13
Junc n51	190	209,25	19,25
Junc n54	172	206,46	34,46
Junc n55	175	208,87	33,87
Junc n56	173	208,58	35,58
Junc n57	176	210,53	34,53
Junc n58	177	214,29	37,29
Junc n59	176,5	218,19	41,69
Junc n60	179	199,74	20,74
Junc n61	161	200	39

Tableau. V.6 : Résultat charge et pression des nœuds (Cas de pointe+ incendie).(suite)

Nœud	Elévation	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n62	163	200,47	37,47
Junc n63	173,5	210,37	36,87
Junc n68	164,5	195,59	31,09
Junc n69	171,8	210,14	38,34
Junc n70	168	210,24	42,24
Junc n79	176	215,44	39,44
Junc n80	163	200,55	37,55
Junc n81	162	210,27	48,27
Junc n82	170	201,83	31,83
Junc n83	191	204.99	12,99
Junc n84	187	198,91	11,91
Junc n85	179	200,31	21,31
Junc n86	184	200,01	16,01
Junc n87	178	201,57	23,57
Junc n89	164,5	193,35	28,85
Junc n90	173	186,78	13,78
Junc n91	195	204.5	9.5
Junc n92	189	199,98	10,98
Junc n93	187	206,82	19,82
Junc n94	188	207,97	19,97

Les résultats obtenus pour les pressions et les vitesses sont représentés dans les figures suivantes :

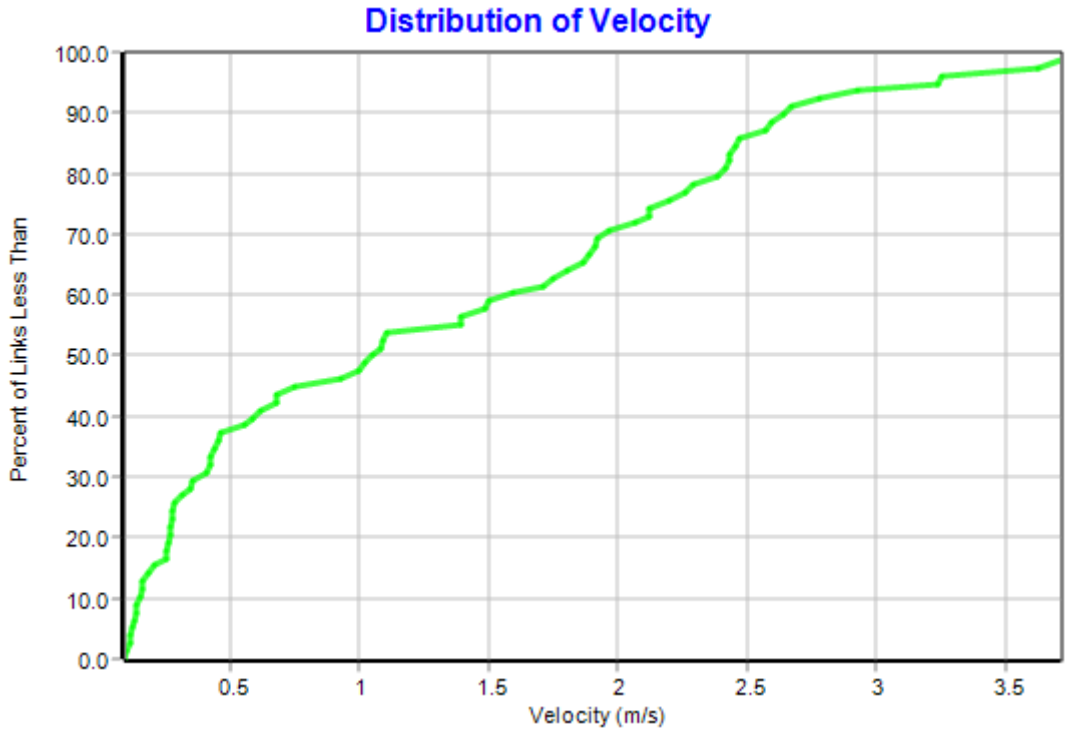


Figure. V .9 : Distribution des vitesses dans le réseau projeter (cas de point+ incendie).

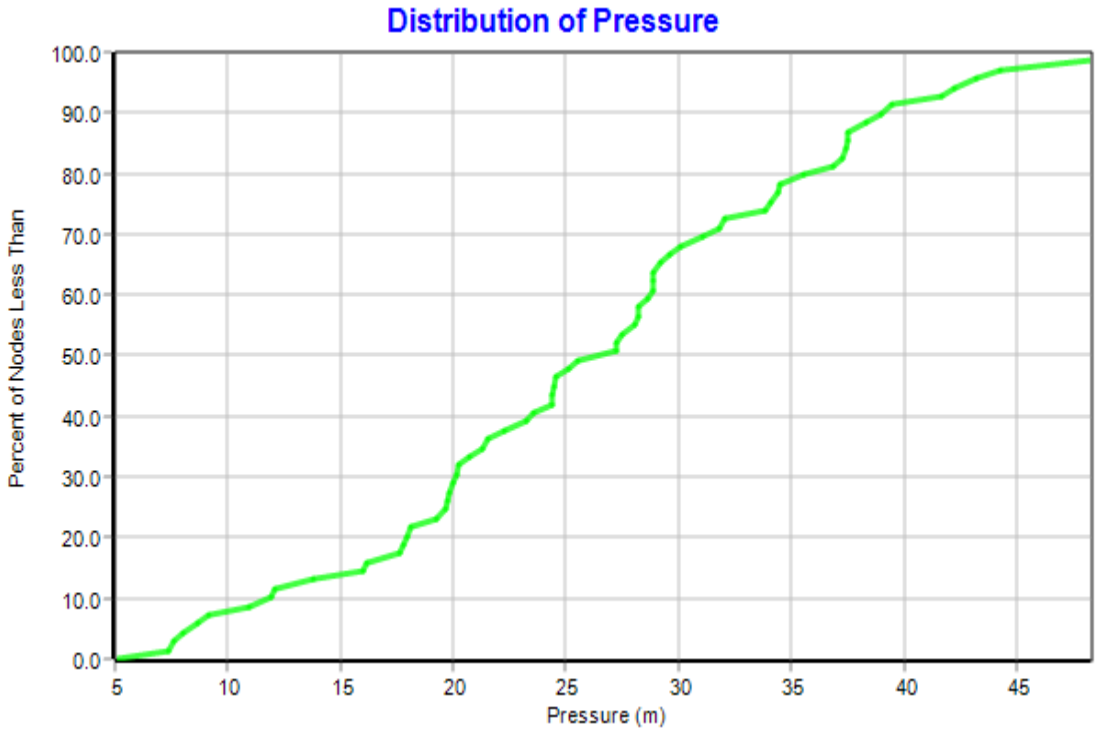


Figure .V.10 : Distribution des pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+ incendie)

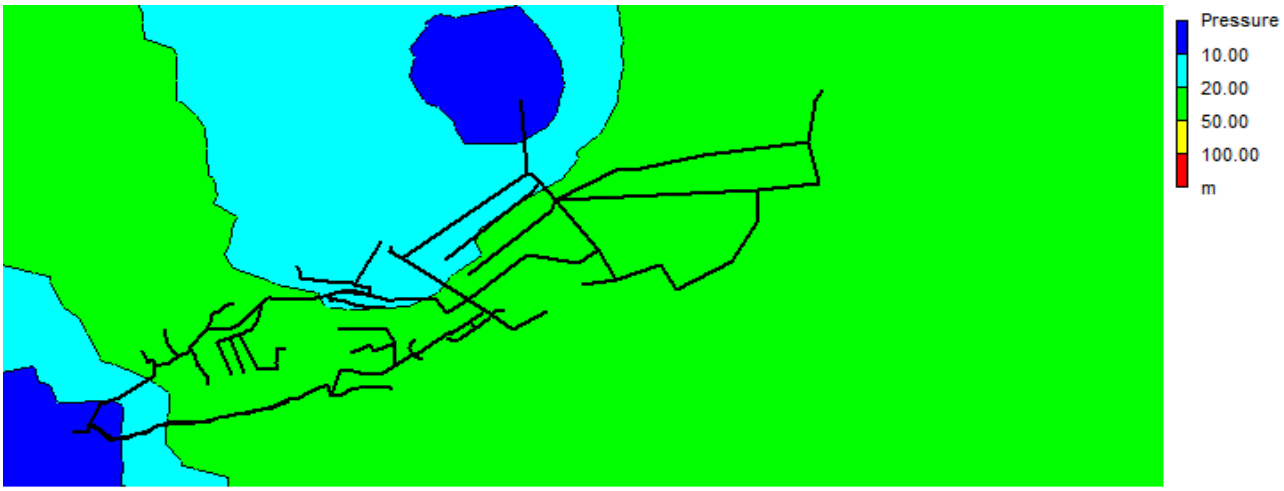


Figure V.11 : zone de distribution de pression (cas de pointe +incendie)

Résultats de simulation (cas de pointe+incendie) :

On remarque que le réseau réagit bien en cas d'incendie

- La pression dans les normes entres (1bars et 5 bars) avec quelque tronçons où la pression dépasse 5 bars, aussi dans le cas de pointe +incendie il y a une petite diminution de pression .
- La simulation ensuite sur le fichier Epanet nous a permis d'avoir des bonnes vitesses sur tout le réseau.

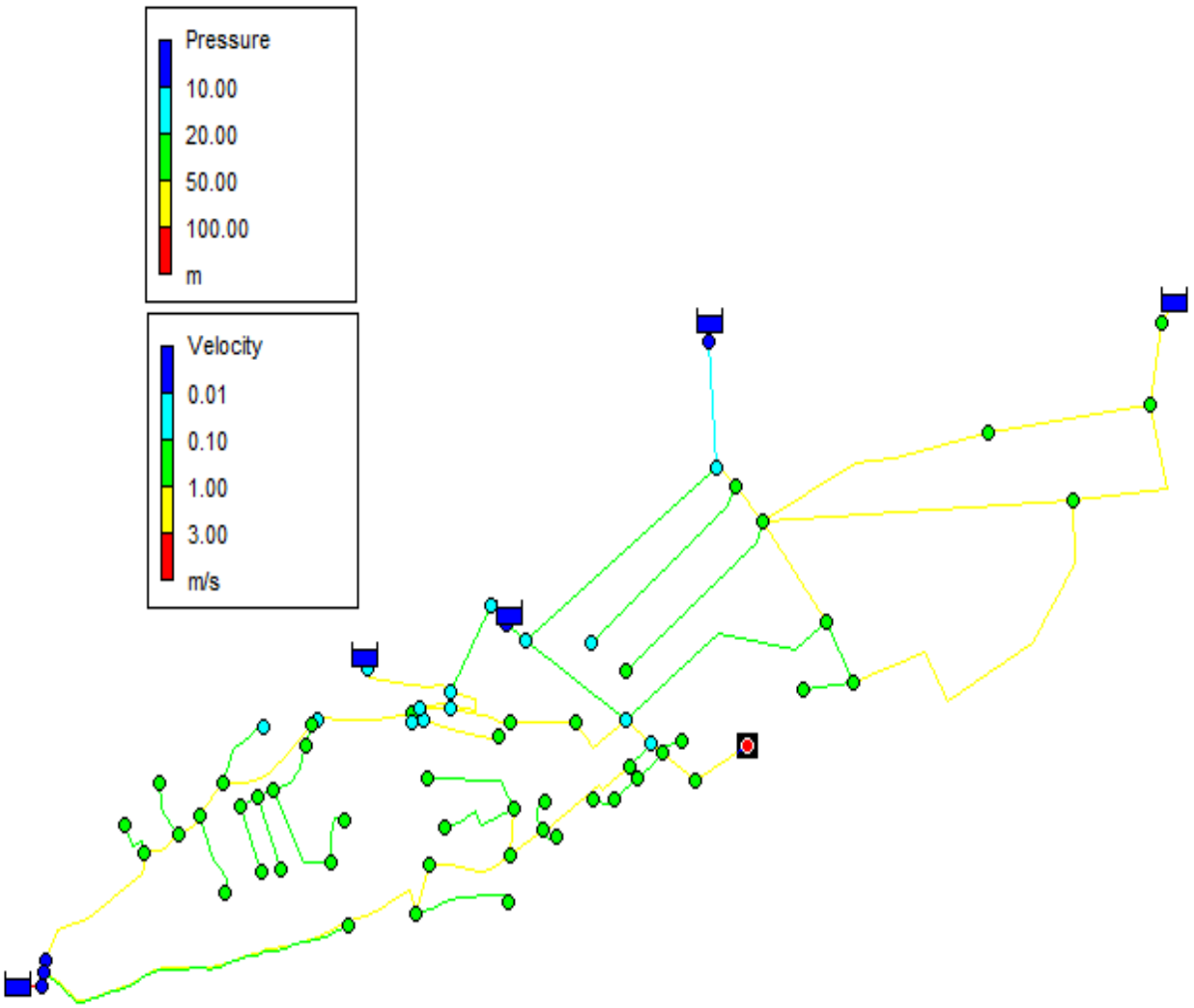


Figure V.12: Résultats de simulation de vitesses et pressions pour le cas de Pointe + incendie

Comparaison avant et après la réhabilitation :



Figure V.13: zone de distribution de pression avant la réhabilitation

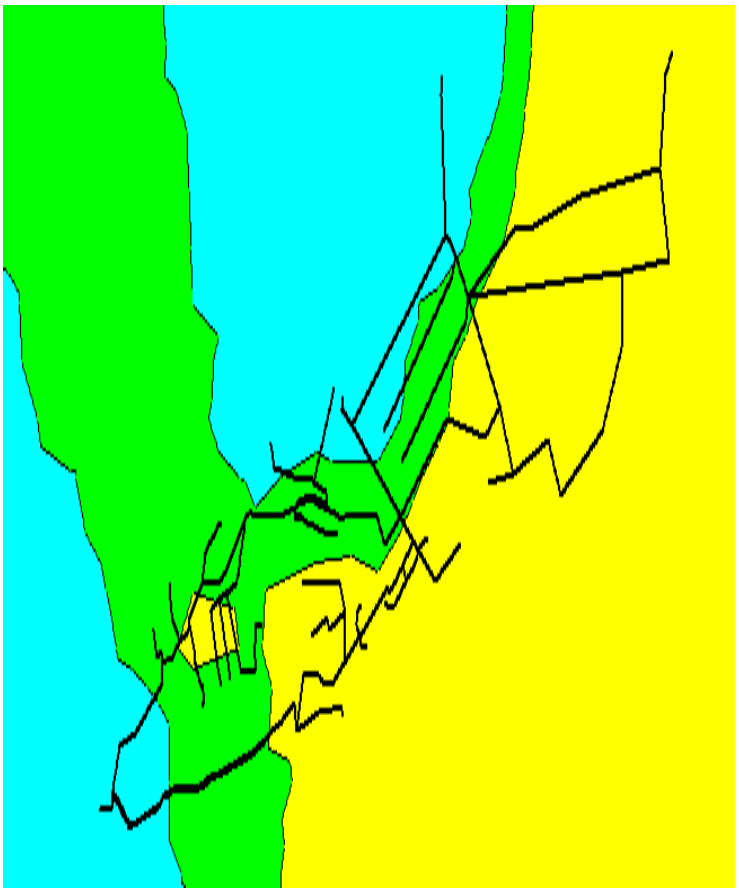


Figure V.14 : zone de distribution de pression après la réhabilitation

On remarque que les pressions change complètement après la réhabilitation .cela indique le succès de la réhabilitation que nous avons proposé.

V.10.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons tracé un nouveau réseau avec une extension et l'avons étudié avec les calculs nécessaires (dimensionnement du réseau, calcul des pressions et les vitesses) à l'aide du logiciel Epanet. Les résultats de la simulation du réseau sont satisfaisants, que ce soit en cas de pointe ou de pointe plus incendie, et cela s'est traduit par l'apparition de bonnes pressions aux nœuds et des bonnes vitesses d'écoulement dans les conduites.

La simulation montre aussi que la majorité des vitesses sont acceptable entre 0.5 m/s et 2.5 m/s,les pressions aux nœuds varient entre 10 et 50 m.c.e chose qui permet le bon fonctionnement du réseau.

Chapitre VI :

Pose des canalisations et accessoires.

VI.1.Introduction :

Une canalisation a pour rôle de transporter un débit souhaité en résistant aux éventuelles contraintes comme celles dues à la surpression, la dépression, le poids de l'eau, celui du terrain. Le but de ce chapitre est le déterminer les étapes à suivre pour la pose des canalisations et les critères de choix de ces dernières pour une bonne réalisation, ainsi que les différents accessoires placés dans le réseau.

VI .2. Pose de canalisation :

VI .2.1. Type de canalisation :

Le réseau de distribution de l'agglomération se forme d'un ensemble de conduites maîtresses. Sur chacune de ces dernières, sont branchées des conduites de diamètres moindres dites conduites secondaires, tertiaires, et notre réseau est de type ramifié avec quelque maille.

Le réseau est constitué en tuyaux de diamètre variant entre Ø50mm et Ø250 mm en PEHD.

VI .2.1.1. Tubes PEHD :

Le tube **PEHD** ou **tuyau en polyéthylène à haute densité** est un tuyau en matériaux de synthèse qui, par ses qualités, assurera l'acheminement de l'eau potable pour tout type d'installation, domestique ou agricole.

Il est très facilement reconnaissable grâce à sa couleur noire et ses bandes bleues.

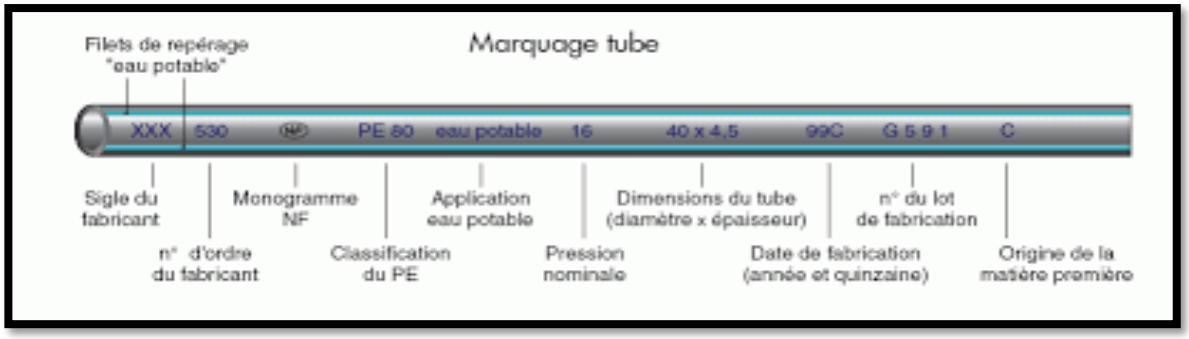


Figure VI .1 : marquage tube en PEHD

VI.2.1.2. Caractéristiques de tube PEHD :

A. Résistants à la corrosion :

La corrosion est l'un des plus grands problèmes rencontrés par la tuyauterie métallique et peut devenir extrêmement coûteuse à prévenir ou à réparer. Comme les tuyaux en PEHD ne rouillent pas ou ne pourrissent pas, ils ne sont pas aussi sensibles à la corrosion et prolongent donc considérablement la durée de vie du réseau.

B. Joints efficaces et performants :

Les tuyaux en PEHD sont reliés à l'aide de soudures par fusion thermique. Cela consiste essentiellement à chauffer les deux surfaces et à les rapprocher de sorte que, lorsqu'elles refroidissent, elles forment un système monolithique permanent. Les cloches, les ergots et les joints mécaniques ne sont pas nécessaires, ce qui réduit le coût du système. En outre, une étude a révélé que les États américains rapportent une perte d'eau moyenne de 16 % due à des joints qui fuient. Puisque les tuyaux en PEHD sont assemblés par fusion thermique, il n'y a aucune fuite possible

C. Installation sans tranchée :

Les systèmes traditionnels nécessitent l'excavation d'un grand fossé afin d'installer correctement les tuyaux. Bien que les tuyaux en PEHD puissent être aménagés de cette manière, ils peuvent également être construits à l'aide d'une installation sans tranchée. Cela implique qu'une machine directionnelle horizontale perce un trou continu dans le sol, à travers lequel le tuyau est ensuite tiré. Cette méthode permet beaucoup moins de perturbation à la surface du sol, ce qui explique pourquoi c'est un choix populaire près des rivières, des lacs et des routes achalandées.

D. Respectueux de la nature :

- Les tuyaux en PEHD ont moins d'impact sur l'environnement que les autres types de tuyaux.
- Il y a moins d'énergie utilisée pour fabriquer les tuyaux.
- Les tuyaux en PEHD sont légers et donc plus rentables à transporter.
- La fusion thermique empêche toute fuite.
- La tuyauterie peut être recyclée dans des applications sans pression.

VI .2.2 . Principe de pose des canalisations :

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même pour toutes les conduites. Cependant le mode de pose varie d'un terrain à l'autre, ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation. En principe pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose de canalisation s'effectue à partir des points hauts. Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large (minimum 70 cm), de façon à permettre l'accès aux ouvriers pour effectuer le travail. Au niveau des joints, la tranchée devra présenter un élargissent plus important appelés niches, Elle est rarement inférieur à 70 cm pour les petits diamètres. Pour les diamètres supérieurs à 150 mm, cette largeur doit être augmentée.

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

Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dure d'environ 10 m, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz.

Dans la plupart des agglomérations, les conduites sont posées en terre, sous trottoir afin d'éviter les trépidations dues à la circulation des véhicules. Quand la voie n'est pas importante, une conduite unique dessert les abonnés situés de chaque côté, les branchements des immeubles présentent donc des longueurs nettement différentes. Dans le cas d'une rue importante, une canalisation est posée sous chaque trottoir et les branchements sont relativement courts est ne traverse pas la chaussée.

A chaque arrêt du travail, les extrémités des tuyaux non visibles en cours de pose sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers.

Les tuyaux posés dans la tranchée sont dans le prolongement rectiligne les uns des autres, on facilite leur alignement au moyen de cales provisoires en bois

En vue de pose correcte en terre des canalisations d'eau en fonction de la présence éventuelle de canalisation d'autre nature peut être rencontrée dans le sous-sol d'une agglomération, il est prudent de respecter les distances minimales ci- après en génératrice les plus rapprochées des deux natures de conduites : **(Cours ODC .Mr KAHLERRAS 2021)**

- Entre conduite d'eau et conduite de gaz 0.5 m.
- Entre conduite d'eau et câble électrique 0.2 m.

VI .2.3. Critères de choix des canalisations :

Lors d'une conception, renouvellement et pose des canalisations, on s'attachera à utiliser des matériaux adéquats en apportant un soin particulier au choix des conduites.

La nature du revêtement interne et externe choisi, en particulier et de sa conformité sanitaire interne à la qualité des eaux et de compatibilité avec les caractéristiques de l'eau, sa résistance aux agents externes liés aux problèmes de corrosions du sol. Il doit répondre aux critères suivants :

- Forte compacité.
- Résistant à l'abrasion.
- Aux types du sol et de sa consistance.
- Nature du milieu traversé (saturé ou sec).
- Étanche à l'eau.
- Faible rugosité ;
- Faible porosité

Il faudra vérifier si l'eau véhiculée n'est pas agressive aux conduites, pièces spéciales (tel que le Té, coude…, joints et autres équipements).

L'opérateur peut orienter le choix du matériau vers un choix technique et économique et de la disponibilité sur marché national.

VI .2.3.1. Choix des canalisations en fonction du liquide transporté :

L'eau est l'élément véhiculée dans les réseaux présentent des caractéristiques physicochimiques très différentes. Deux principaux types d'eaux sont à prendre en compte :

- Les eaux corrosives pouvant attaquer le métal non revêtu.
- Les eaux agressives envers les matériaux à base de ciment.

VI .2.3.2. Choix des canalisations en fonction du type de sol :

Un revêtement extérieur a pour fonction d'assurer une protection durable contre la corrosivité des sols.Afin de pouvoir déterminer le tuyau adapté à un type de sol défini, une étude préalable sur la corrosivité/ agressivité du terrain est conseillée.

On peut distinguer en première analyse les terrains suivants :

- A faible risque : sables et graviers, matériaux d'empierrements et les calcaires.
- A risque élevé : marnes et argiles.
- A risque très élevé : gypse, pyrite et combustible.

VI .2.4. Pose des conduites :

VI .2.4.1. Pose des canalisations en tranchée ouverte :

La plupart du temps, les conduites sont posées en tranchée ouverte. Cette opération s'effectue par tronçons successifs en commençant par les points hauts de manière à assurer, s'il y a lieu, l'écoulement naturel des eaux d'infiltration.

La largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse y travailler. Elle est rarement inférieure à 0,70 m pour les petits diamètres. Pour les diamètres supérieurs à 150 mm, cette largeur doit être augmentée. Au droit des joints, il est pratiqué dans les parois latérales des élargissements de la tranchée appelés niches.

Il est essentiel que les tuyaux soient posés en files bien alignées et bien nivelées. L'enfouissement des canalisations a pour but de les protéger contre les dégradations extérieures, de conserver la fraîcheur de l'eau et de la mettre à l'abri de la gelée. L'épaisseur de la couche de terre est de l'ordre de 1 mètre.

Le fond d'une tranchée doit être bien plan tout le long d'une même pente, afin que la conduite soit bien rectiligne entre deux changements de pente ou de direction consécutifs.

Lorsque le fond de la tranchée a été bien préparé, les tuyaux y sont descendus, soit à bras pour les petits diamètres, soit à l'aide d'engins spéciaux pour les gros diamètres, puis ils sont mis en place bout à bout ; il est ensuite procédé aux assemblages.

Avec les tuyaux en acier, les revêtements doivent être rigoureusement reconstitués partout où ils auraient été détériorés. Ce type de tuyau permet de descendre dans une tranchée de largeur réduite plusieurs centaines de mètres de canalisations assemblés et éprouvés sur le bord de la fouille.



Figure VI.2 : Pose des canalisations en tranchée ouverte (Google image 2023)

VI.2.4.2. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire :

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 70 cm. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm.

Convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celle qui en subies des chocs, des fissures, …, après cela on pratique la décente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente.

Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butés de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée. Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des jointe doit toujours avoir lieu avec remblaiement. L'essai consiste au remplissage de la conduite par l'eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement Cette épreuve doit durée 30 min environ, la variation de niveau ne doit pas excéder 0,2 Bars.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins. **(SALAH B., 2014)**

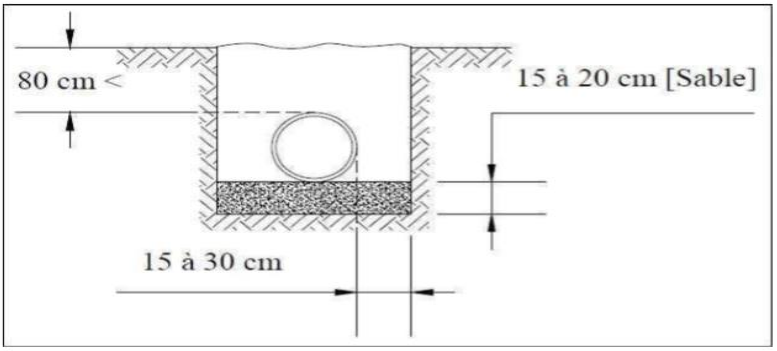


Figure VI .3: pose de canalisation dans un terrain ordinaire (SALAH B., 2014)

VI.2.4.3. Cas de Butées d'un coude :

Les butées et ancrages seront calculés sans tenir compte du poids des remblais (en tranchée ouverte). Les butées seront généralement du type poids et exceptionnellement du type traineau. Dans leur calcul à soumettre au Maître d'Œuvre, le titulaire du marché devra tenir compte du poids de la pièce, de l'eau contenue, d'un coefficient de frottement correspondant à la nature du terrain et d'une pression calculée à partir de la pression statique de service définie par le projet. Les joints et pièces seront protégés par une membrane synthétique.**(SALAH B., 2014)**

Le schéma des butées se présente comme suit :

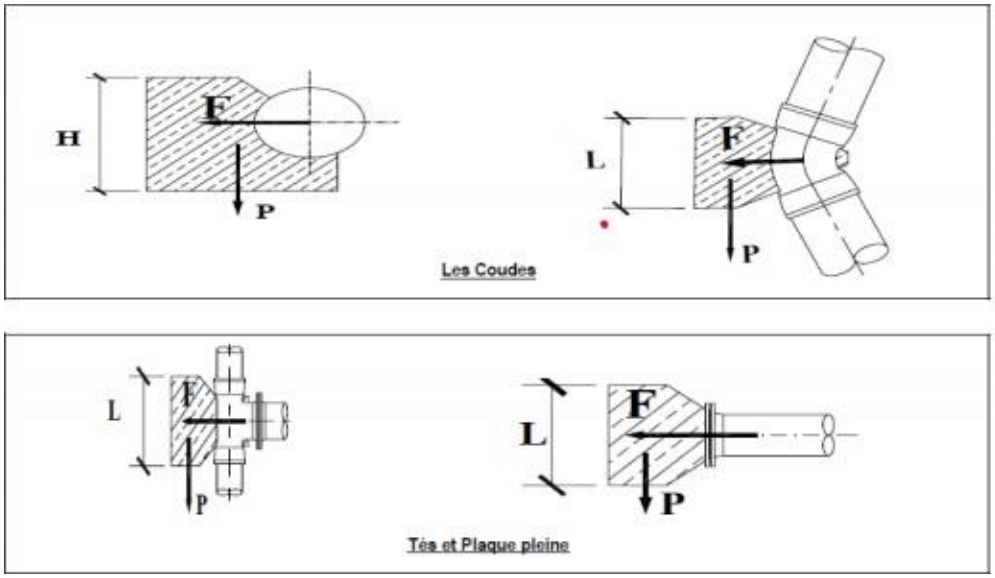


Figure VI.4: Schéma des butées

VI.2.5. Mise en Œuvre :

Les taches constituant les travaux à faire sont :

VI.2.5.1. Excavation des tranchées :

Avant de commencer les travaux de pose, on doit procéder aux opérations de piquetage qui permettent :

- De matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long de canalisation.
- De reporter la position de tous les ouvrages enterrés (réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisation de gaz).

La réalisation de la tranchée dépend des paramètres suivants :

- Environnement.
- Type de joint et diamètre.
- Nature du terrain.
- Profondeur de pose.

L'excavation sera réalisée mécaniquement par une pelle mécanique, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 0.6 m.L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

a) Largeur de la tranchée :

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

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

$$\boldsymbol{b = D + (2 \times 0.30)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{IV.1}$$

Avec :

- **b** : largeur de la tranchée (m).
- **D** : diamètre de la conduite (m).

b) La profondeur de la tranchée :

La profondeur varie de 0.60 m à 1.20 m pour assurer la protection de la conduite contre le risque d'écrasement sous l'effet des surcharges et les variations de la température.
On peut calculer la profondeur de la tranchée en utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{Htr = D + e + H} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{IV.2}$$

Avec :

- **Htr**: la profondeur de la tranchée (m).
- **e** : [20 à 30cm] épaisseur de lit de la pose.
- **H** : [80 à 120cm] distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.
- **D** : diamètre de la conduite (mm).

VI.2.5.2: Lit de sable :

Pose Lit de sable d'une épaisseur de 10 cm en-dessous de la génératrice inférieure extérieure, en sable de carrière concassé ou grain.

VI.2.5.3. L'enrobage :

L'enrobage d'une épaisseur de 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure extérieure et mise en place du grillage avertisseur bleu.

VI.2.5.4. Le remblayage supérieur :

Les remblais sont systématiquement effectués avec des matériaux d'apport conformes à la réglementation en vigueur, compatibles avec les recommandations éventuelles issues de l'étude géotechnique et permettant à l'entreprise de respecter les objectifs de densification adaptés au type de chaussée.

Les tuyaux seront posés de préférence butés, l'utilisation de pièces verrouillées est soumise à autorisation de la Métropole.

Les tuyaux seront posés avec un minimum de 0.80 m de couverture par rapport à la génératrice supérieure.

VI.2.6. Technique d'assemblage des canalisations :

Les techniques d'assemblage des conduites plastiques sont principalement électrosoudage et le soudage bout à bout.

- **Technique de l'éléctrosoudage :**

  Cette technique est fiable est très bien connue, elle consiste pour l'essentiel a joindre des tubes à l'aide d'un manchon ou d'une prise de déviation éléctrosoudable comportant une nappe chauffante constituée d'un enroulement métallique apportant par l'effet de joule l'énergie nécessaire pour générer la fusion et l'inter diffusion des macromolécules des polyéthylène.

  Les avantages de cette technique sont :

  - Il permet le raccordement de tube de diamètres égaux ou différents.
  - Les raccords sont des pièces en PEHD munies d'une résistance sur la surface interne du raccord qui, est en contact du tube à raccorder lors de l'assemblage.
  - Après nettoyage et mise en place des pièces à souder, les bornes de soudage de cette résistance sont connectées à une source d'énergie.
  - Équipement : un appareil de soudage et un positionneur, un grattoir, un coupe tube, du produits de dégraissage.

- **Procédés de soudage bout à bout :**

  Le soudage bout à bout est une technique d'assemblage des thermoplastiques par la fusion des extrémités de deux éléments tubulaires au moyen d'une plaque chauffante, appelée miroir. Ce procédé consiste à faire fondre la matière au niveau de la surface à souder (figure1), à mettre en contact les parties fondues pour en assurer le mélange intime et à laisser refroidir l'assemblage ainsi constitué. Les soudures sont caractérisées par l'apparition d'un bourrelet, ou cordon de soudure, au niveau du plan de soudage qui résulte de l'éjection latérale de la matière fondue formée à l'extrémité des tubes. Sa forme est utilisée généralement pour donner une première indication visuelle de la qualité de la soudure.

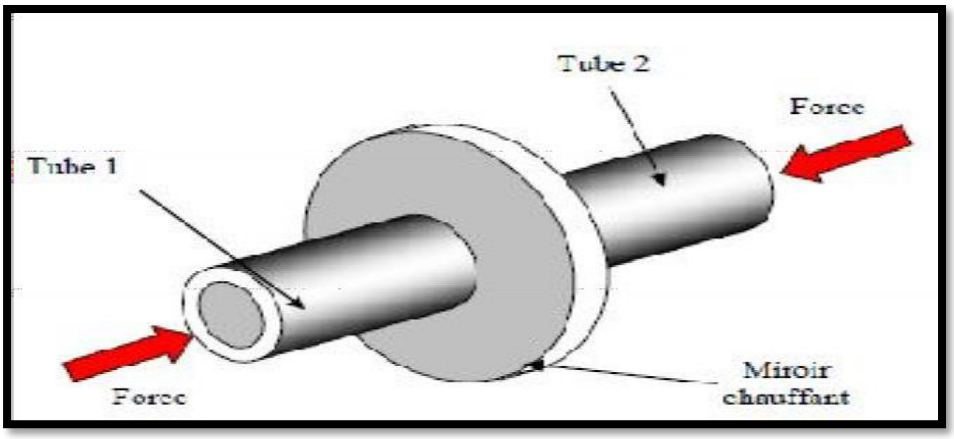


Figure VI.5 : chauffage des tubes lors du soudage bout à bout

VI.2.6.1. Conditions de soudage :

Le soudage bout à bout est une technique efficace dans la mesure où les conditions dans lesquelles on réalise la soudure sont adaptées. Les paramètres contrôlables et modifiables par le soudeur sont :

- La température du miroir chauffant.
- La pression appliquée sur les tubes au cours de chaque étape.
- La durée des différentes étapes de soudage (préparation, chauffage, refroidissement).

VI .2.6.2. Étapes principales du soudage bout à bout :

Le soudage bout à bout peut être divisé en quatre phases :

- Phase 1 : Egalisation
- Phase 2 : Chauffage
- Phase 3 : Retrait du miroir
- Phase 4 : Soudage

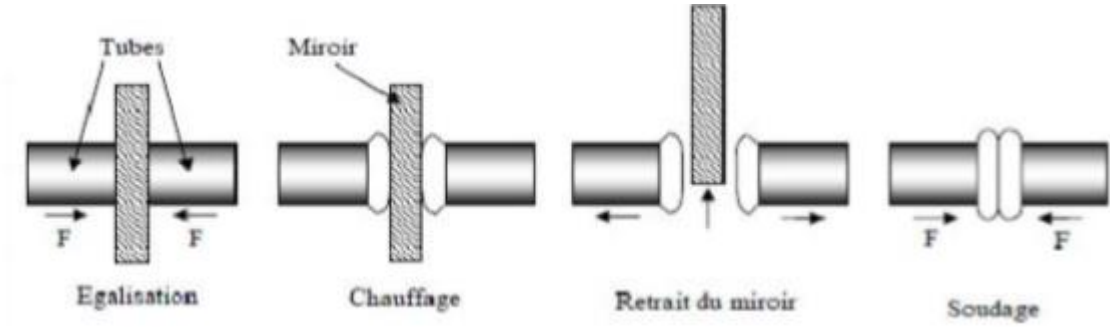


Figure VI.6: Etapes du soudage bout à bout

VI.3. Les accessoires et pièces spéciales en AEP :

VI. 3 .1. Les accessoires du réseau :

Le long d'une canalisation, divers organes accessoires sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement,
- Isoler les canalisations.
- Changer la direction des conduites.
- Soutirer les débits.
- Régulariser les pressions.
- Mesurer les débits.
- Vider une conduite.
- Faire pénétrer l'air dans une conduite.
- Raccordement des conduites et changer le diamètre.

VI.3.1.1. Organes accessoires utilisés dans le réseau :

a. **Les robinet-vannes :** Ce sont des appareils placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau. Ils permettent aussi le réglage des débits.
   - **Une enveloppe :(**comportant un corps et un chapeau) qui constitue l'interface fluide-ambiance extérieure, classiquement en acier ou fonte.
   - **Un obturateur :** qui constitue l'interface fluide amont-fluide aval (clapet, membrane, opercule).
   - **Un système de raccordement à la tuyauterie : Les** raccordements peuvent être :
     - Soudés.
     - Boulonnés (à brides).
     - Vissés.

Un système de manœuvre de l'obturateur qui constitue l'interface robinet opérateur (volant, levier, actionneur, ... + tige), Un système qui assure l'étanchéité dynamique vers l'extérieur (joint, presse garnitures,...),

On distingue les robinets vannes à coin (à opercule) et les vannes papillon.

b. **Vannes Papillon :**

La vanne à papillon est une vanne 1/4 de tour tout ou rien qui permet aussi de faire de la régulation. Ces vannes sont particulièrement adaptées pour les services généraux et industriels non visqueux. Ses avantages : manœuvre et montage simple, encombrement et poids réduits, peu de zones de rétention, réglage de débit, double ou triple excentration possibles.

Les types des vannes :

- Vanne papillon à manchette.
- Vanne papillon à brides.
- Vanne papillon double excentration à brides.
- Vanne papillon haute performance.
- Vanne papillon revêtue.

- Vanne de registre d'air.



Figure VI.7 : Robinet à papillon à brides

C. Vanne à opercule :

La vanne à opercule également appelée vanne à passage direct est une vanne à obturateur que l'on retrouve sur la plupart des réseaux de distribution mais aussi en industrie, en chauffage et en plomberie notamment en raison de sa fiabilité, de son étanchéité et de sa robustesse Vanne à opercule (ou vanne à passage direct) est un des plus employés. Son principe de fonctionnement est simple puisqu'elle fonctionne comme un volet de porte d'écluse, en faisant descendre une lame (l'obturateur ou opercule) dans le corps de la vanne afin d'obturer le passage du flux, d'où sa première appellation de vanne à opercule.

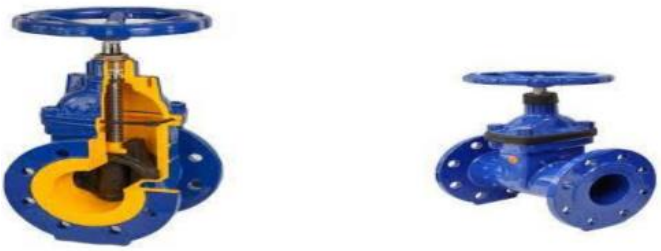


Figure VI.8 : Vanne à opercule

D.Les clapets :

Leur rôle est de diriger l'écoulement dans un seul sens. Leur emploi est général dans les stations de pompage où ils sont souvent disposés à la sortie même des pompes, entre celles-ci et les robinets de sectionnement. On en trouve également sur les canalisations de distribution.

E. Les ventouses :

Les ventouses sont installées aux points hauts pour évacuer l'air accumulé suit à un dégazage de l'oxygène dissout. Elles sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.



Figure VI.9 : Ventouse

F. Bouches et poteaux d'incendie :

Leur diamètre est normalisé à 80, 100 ou 150 mm. Ils doivent être alimentés par des conduites de même diamètre qui doit assurer un débit minimal de 17 L/s sous 1 bar ; la disposition du réseau (réserve d'incendie) doit permettre aux pompiers de disposer de 120 m^3.La superficie desservie par chaque poteau d'incendie dépend du débit dont on a besoin pour combattre l'incendie.

Pour les protéger contre le gel, on doit garder les poteaux d'incendie vides de toute eau.



Figure VI.10 : Le poteau d'incendie

G. Les régulateurs de pression :

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

H. Les mesures de débit et de pression :

1. Mesure de débit :

- Débitmètre à organes déprimogènes :

- Le diaphragme
- La venturi
- La tuyère

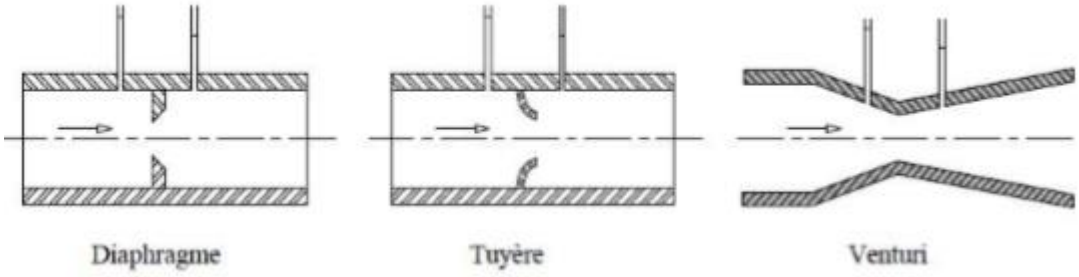


Figure VI.11 : Débitmètres

- Débitmètre à ultrason : un émetteur ultrasonique émet des ondes sonores, la mesure du temps mis par le signal pour parcourir la distance L nous permet de connaître la vitesse du fluide.

2. Mesure de la pression : La pression se mesure par des manomètres.

- Manomètre à soufflet.
- Manomètre à capsule.
- Manomètre à membrane.



Figure VI.12 : Manomètre à soufflet



Figure VI.13 : Manomètre à capsule



Figure.VI.14:Manomètre à membrane

VI.2 2. Les pièces spéciales de raccordements :

1. Les cônes : Dans notre réseau on utilisés pour relier les conduites de diamètres différents, les accessoires aux conduites. On les rencontre également à l'entrée et à la sortie des pompes.



Figure VI.15 : Cône à bride

2. Les croix de jonction : Dans notre réseau on utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire.



Figure.VI.16 : croix de fonte brides

3. Les manchons : on les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires (robinet-vannes, au niveau de certains joints).



Figure VI.17 : manchons en polypropylène

4. Les coudes : ils sont utiles surtout pour les réseaux maillés et ramifiés lorsque la conduite change de direction**.**



Figure VI.20: Coude

5. Les tés : Ils sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire. Ils sont rencontrés également au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage.



Figure VI.21 : Les tés

VI.4. Conclusion :

Dans ce présent chapitre, nous avons présenté les normes, les techniques et les ouvrages concernant la pose de la conduite pour assurer le bon fonctionnement du réseau. Nous avons aussi abordéles accessoires utilisés pour connecter les conduites qui doiventêtre liées correctement pour assure.

Chapitre VII :

Organisation de chantier

VII .1. Introduction :

Dans le cadre de notre projet l'organisation de chantier revêt d'une grande importance, elle permet non seulement de définir l'ordre d'exécution des travaux par zone mais aussi d'anticiper sur les travaux préliminaires nécessaires à l'exécution de certaines activités puis les dispositions à prendre pour une bonne exécution selon les règles de l'art.

Avant d'aller sur chantier, pour la réalisation des travaux, il faut toujours commencer par une étude théorique, c'est ce qu'on appelle une planification.

Enfin, nous ferons L'étude du devis estimatif qui nous permettra de savoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuer sur le terrain, ont multipliée le volume des travaux par le prix unitaire.

VII .2. Définition de l'organisation de chantier :

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures conditions possibles d'un projet ou d'un travail quelconque. On désigne également par "Organisation de chantier" le fait d'anticiper le chantier en passant par :

- Une analyse du projet de construction.
- La recherche d'optimisation technique dans les procédés constructifs permettant d'améliorer :
  - La sécurité.
  - Les délais de construction.
  - La rentabilité.
  - La définition des modes opératoire.
  - L'établissement d'un plan d'installation de chantier.
  - L'établissement d'un planning prévisionnel d'exécution des travaux.

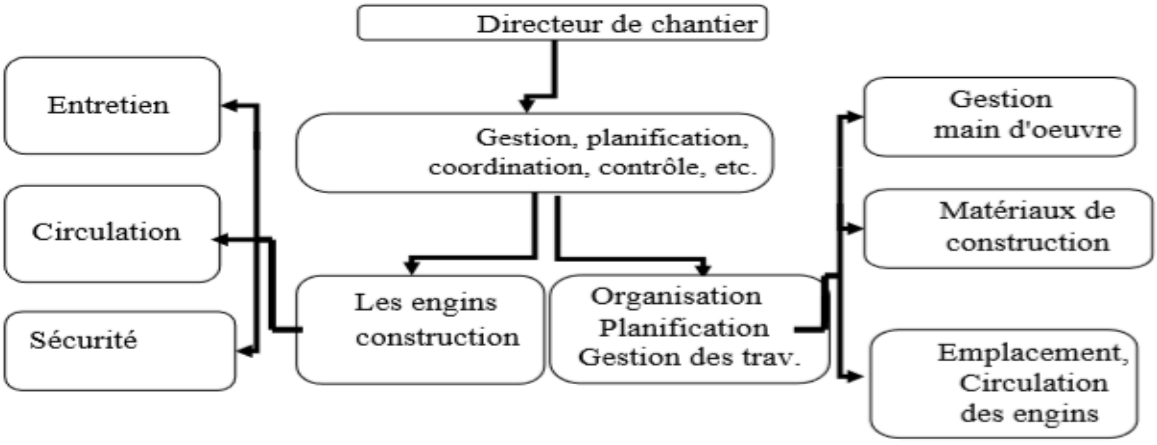


Figure VII .1 : Fonctions du directeur de chantier

VII .3. Réalisation du réseau d'AEP :

L'exécution des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'AEP, demande différentes opérations telles que :

- Implantation des tracés des tranchées.
- Excavation des tranchées
- Aménagement du lit de pose des conduites (sable).
- Pose des conduites.
- Epreuve des joints et de canalisations (essais de pression et d'étanchéité).
- Recouvrement des conduites (sable).
- Remblaiement de la tranchée.

VII .3.1. Implantation des tracés des tranchées sur le terrain :

a) Matérialisation :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain par des jalonnâtes placées en ligne droite et espacées de 50 m.

On effectue ce travail en mesurant sur le plan, leur distance par des repères fixes ou des bornes, limite de chemin etc.…

La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées.

b) Le nivellement :

Le nivellement sert à définir le relief d'un terrain ; en fixant l'altitude d'un certain nombre de points, toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison.

Lorsque le terrain comporte des obstacles limitant les visées ; on procède à un nivellement par cheminement et par simple calcul ; on détermine la hauteur de chaque point ainsi que la profondeur de la tranchée dans ce point, d'où l'estimation des volumes des travaux de terrassement (excavation et remblaiement).

VII .3.2. Excavation des tranchées :

Selon les caractéristiques du terrain ; l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint en général 0,80 m pour les raisons suivantes :

- Pour garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Pour s'éloigner de la conduite d'assainissement si elle existe au-dessous.

La largeur de la tranchée doit être d'une façon qu'un homme puisse y travailler sans difficulté (en général 15 cm de part et d'autre de la conduite) ; et elle est augmentée en fonction des diamètres des conduites à mettre en place, on pratique aux endroits des joints des tuyaux ; des élargissements et approfondissement de la tranchée sont appelée « niches », donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « Htr »
- Largeur de la tranchée « b »
- Distance de la mise de la cavalière.

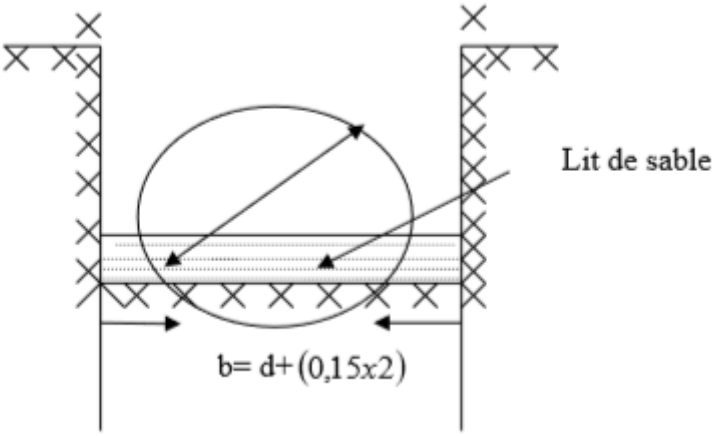


Figure VII.2: schéma de pose d'une conduite

VII .3.3. Aménagement du lit de pose des conduites :

Avant la pose des conduites, on procèdera aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placés sur les côtés de la tranchée de façon à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Niveler soigneusement le fond de la fouille pour que la pression soit constante entre les points de changement de pentes prévues.
- Etablir en suite le niveau du fond de la tranchée en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble du sable, suivant la nature du terrain, le lit de sable aura une épaisseur d'environ 10 cm.

VII .3.4. Pose des conduites :

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui en subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage dans le fond de la fouille (dans le cas des grands diamètres).

Au cours de la pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour opérer correctement, on utilise des nivelettes et on effectue des visées tous les 80 m environ. S'il sera nécessaire de caler les tuyaux pour les aligner, on emploie de la terre meuble ou du sable mais jamais de pierres.

A chaque arrêt de la pose, on bouche les extrémités du tronçon de la conduite en attente de tampon solidement fixés.

La figure suivante montre la méthode de pose des conduites :

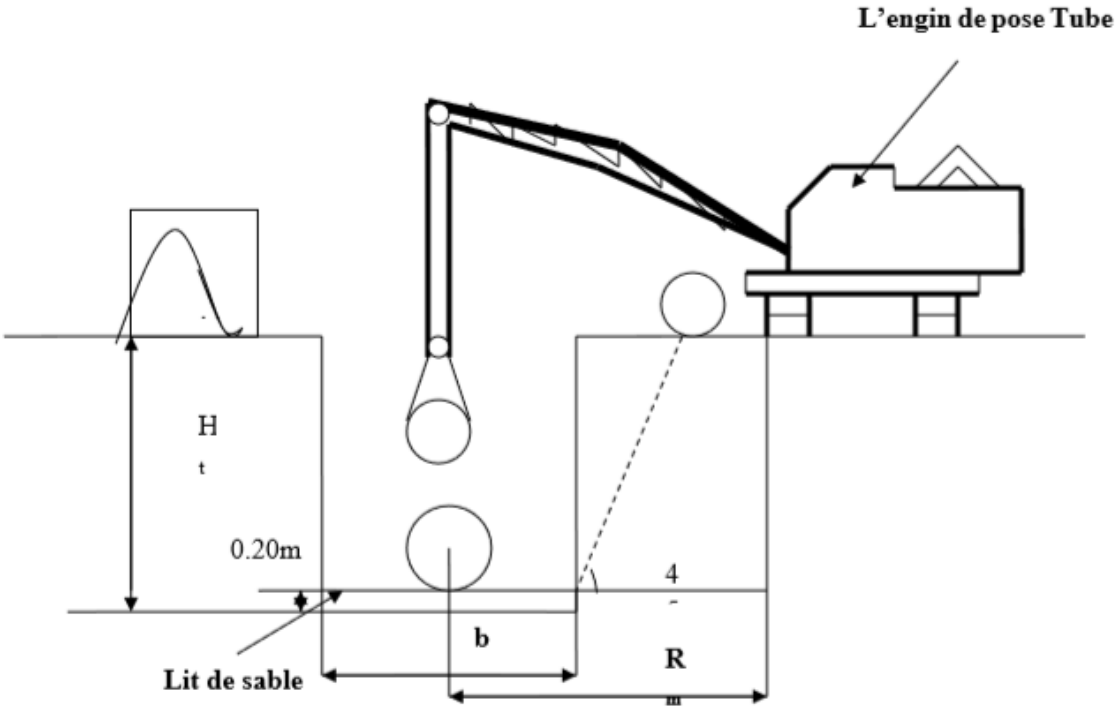


Figure VII .3 : Pose de la conduite dans la tranchée

VII. 4. Les opérations pour la réalisation du réseau :

- Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron.
- Travaux de découpage de la tranche.
- Fourniture et pose du lit de sable.
- Pose des conduites.
- Travaux de remblaiement de la tranche

VII. 4.1. Calcul de la profondeur de la tranchée Htr :

$$Htr = D + e + Hmin \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots VII.1$$

Avec :

- **Htr** : la profondeur de la tranchée (m).
- **e** = [10 à 30cm] épaisseur de lit du pose **(e =0.15m)**
- **Hmin** = [80 à 120cm] distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,**(Hmin= 1m).**
- **D :** diamètre de la conduite (mm).

donc : $Htr = D + 0.15 + 1 = D + 1.15$

$$Htr = D + 1.15$$

VII. 4.2. Calcul de la Largeur de la tranchée :

Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.30 m d'espace de chaque côté de celle-ci pour faciliter les travaux. La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$b = D + (0.3 \times 2) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots VII.2$$

Avec :

- **b** : largeur de la tranchée (m).
- **D**: diamètre de la conduite (m).

VII. 4.3. Calcul le volume de Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron :

Le volume de la couche à décaper est :

$$V_{déc} = b.h.L \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots VII.3$$

Avec :

- **b**: largeur de la tranchée (m).
- **h** : hauteur de la couche (h=0.1m)
- **L** : longueur totale des tranchées (m).

Le tableau suivant donne le volume de décapage :

Tableau VII.1: Calcul du volume de décapage (réseau).

D	L	b=D+(0,3*2)	h	V décapage
m	**m**	**m**	**m**	**m3**
Ø355	538,19	0,8908	0,1	47,94
Ø280	277,7	0,8292	0,1	23,03
Ø225	265,83	0,784	0,1	20,84
Ø200	87	0,7636	0,1	6,64
Ø180	201,8	0,7472	0,1	15,08
Ø160	1438,46	0,7308	0,1	105,12
Ø125	898,4	0,7022	0,1	63,09
Ø110	864,54	0,69	0,1	59,65
Ø75	326,6	0,6614	0,1	21,60
Ø63	310,7	0,6514	0,1	20,24
Ø50	197,62	0,6326	0,1	12,50
			Vtotale	**395,74**

VII. 4.5. Calcul du volume de déblai :

Selon la largeur du godet de la pelle choisie, les volumes excavés pour chaque type de diamètre seront :

$$V_d = b.Htr\,.L\,(m^3) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots VII.4$$

Avec :

- V_d: volume de déblai (m^3).
- **L** : la langueur de la tranche.
- **Htr** : la profondeur de la tranchée (m).
- **b** : largeur de la tranchée (m).

Le tableau suivant donne le volume de déblai :

Tableau VII.2: Calcul du volume de déblai (réseau).

D	D	L	Htr=D+1,15	b=+ (0,3*2)	Vd
mm	m	m	m	m	m3
Ø355	0,2908	538,19	1,4408	0,8908	690,75
Ø280	0,2292	277,7	1,3792	0,8292	317,59
Ø225	0,184	265,83	1,334	0,784	278,02
Ø200	0,1636	87	1,3136	0,7636	87,27
Ø180	0,1472	201,8	1,2972	0,7472	195,60
Ø160	0,1308	1438,46	1,2808	0,7308	1346,41
Ø125	0,1022	898,4	1,2522	0,7022	789,96
Ø110	0,09	864,54	1,24	0,69	739,70
Ø75	0,0614	326,6	1,2114	0,6614	261,68
Ø63	0,0514	310,7	1,2014	0,6514	243,15
Ø50	0,0326	197,62	1,1826	0,6326	147,84
				V totale	**5097,96**

VII. 4.6. Calcul du volume de sable pour le lit de pose :

$$V_{LS} = \sum b_i . e . Li \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots VII.5$$

Avec :

- **L** : longueur de la tranchée (m).
- **e** : épaisseur de lit de sable, e = 0.15 m.
- **b** : largeur de la tranchée (m).

A partir du tableau suivant on tire la valeur du volume de sable.

Tableau VII.3: Calcul du volume de sable.

D	L	b=D+(0,3*2)	e	V lit de sable
m	m	m	m	m3
Ø355	538,19	0,8908	0,15	71,91
Ø280	277,7	0,8292	0,15	34,54
Ø225	265,83	0,784	0,15	31,26
Ø200	87	0,7636	0,15	9,96
Ø180	201,8	0,7472	0,15	22,62
Ø160	1438,46	0,7308	0,15	157,68
Ø125	898,4	0,7022	0,15	94,63
Ø110	864,54	0,69	0,15	89,48
Ø75	326,6	0,6614	0,15	32,40
Ø63	310,7	0,6514	0,15	30,36
Ø50	197,62	0,6326	0,15	18,75
			V totale	**593,60**

VII. 4.7. Calcul du remblaiement des tranchées :

$$V_r = V_d - V_C - V_{Ls} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots VII.6$$

Avec :

- Vr : volume de remblai (m3).
- Vd : volume de déblai (m3).
- Vsable : volume de lit de sable (m3).
- Vc : volume de conduite (m3).

Avec :

$$V_c = \frac{\pi.D^2}{4} \times L \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\

VII.4.8.1.le diamètre extérieur :

$$\boldsymbol{Dext = Dint + 2b} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{VII.8}$$

Avec :

- D int : diamètre intérieur.
- b: épaisseur de la paroi.

Tq : D ext : 23.5+ (2 x 0.4) = **25.3 m**

VII.4.8.2.le volume de décapage :

$$\boldsymbol{Vdécapage = S\ réservoir x\ e\ décapage}$$

Avec :

- S : surface de réservoir tq :

$$S = \frac{\pi . D_{ext}^2}{4}$$

- e : épaisseur de décapage (e=0.1m).

VII.4.8.3.le volume de déblai :

$$\boldsymbol{V_{déblai} = Sréservoir.h} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{VII.9}$$

Avec :

- S : surface de réservoir.
- h : hauteur de terrassement.

VII.4.8.4.Le volume de béton de propreté (sous radier) :

$$\boldsymbol{V_{bp} = S\ réservoir.e_{bp}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{VII.10}$$

Avec :

- S : surface de réservoir.
- e_{bp} :L'épaisseur de béton de propreté. (e=0.1 m)

VII.4.8.5.Volume de béton armé (radier) :

$$\boldsymbol{Vbr = S\ réservoir\ x\ a} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{VII.11}$$

Avec :

- S : surface de réservoir.
- a : L'épaisseur de radier.

VII.4.8.6.Le volume de béton armé des parois :

$$\boldsymbol{VbAP = Vext - Vint} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \boldsymbol{VII.12}$$

- Vext : Le volume extérieur : Vext=((πDext2)/4) x H
- Vint : Le volume intérieur : Vint=((πDint2)/4) x H
- H : La hauteur des parois (H=7m).

VII.4.8.7. Le volume de béton armé de coupole :

$$Vcoupole = Scoupole\ x\ Ecoupole \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots VII.13$$

- E coupole : L'épaisseur de la coupole (E= 0.2m).
- S coupole : La surface de coupole.

S coupole =2π x R moy x f……VII.14

Tq :

Rmoy :$(Rint^2+f^2) / (2f)$

- Rint : rayon intérieur.
- f : la flèche de coupoles.

Ci tableau résume tous les calculs du réservoir :

Volume de décapage	Volume de déblai	Volume de béton de propreté (sous radier)	Volume de béton armé (radier)	Le volume de béton armé des parois	Le volume de béton armé de coupole
m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3
50.27	1256.77	50.27	201.08	482.9	102.41

VII .5. Protection Et Sécurité Du Travail :

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers, d'où le domaine hydraulique couvre un large éventuel lors de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, différentes phases d'exécution des travaux effectués tel que :

- Travaux d'excavation et de terrassements (pose des conduites, implantation des réservoirs de stockage, station de pompage etc.).
- Réalisation d'un forage (creusement, équipement, essai de pompage et protection).
- Travaux de construction (génie civil).tel que le bétonnage, ferraillage et autre phase de réalisation qui concerne l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage, pour cela il faut que les ingénieurs hydrauliciens doivent résoudre tous les phénomènes qui concernent la sécurité et la protection du travail dans leur études, suivies, exécution des projets réels dans le domaine hydraulique et génie civil.

VII .6. Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

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

VII .6.1. Facteurs humains :

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

VII .6.2. FACTEURS matériels :

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

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

VII .7. Liste des actions dangereuses :

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

VII .8. Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

VII .8.1. Protection individuelle :

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

VII .8.2. Autres protections :

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

VII .9 Choix des engins de terrassement :

Pour effectuer les opérations déjà citées, nous sommes tenus d'utiliser de gros engins mécaniques pour réduire considérablement le prix et le temps des terrassements. Les engins que nous allons utiliser sont :

- La pelle hydraulique.
- Le bulldozer.
- Le chargeur.
- Le compacteur.

VII .9.1. Pelle hydraulique :

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains. La pelle peut porter divers équipements qui en font un engin de travail à plusieurs fins :

- Godet normal pour travail en butée.
- Godet retro pour travail en fouille et en tranché.
- Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage.

Dans notre cas nous emploierons la pelle avec un godet équipé en retro pour faire les fouilles et les tranchés.

VII .9.2. Bulldozer :

Pour la réalisation de cette opération, nous optons pour un bulldozer ou un angledozer.

VII .9.3. Chargeur :

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.

VII .9.4. Compacteur :

C'est un engin peu encombrant, composé de deux petits cylindres d'environ 30 cm de diamètre muni d'un guidon. Cet engin sert au compactage des remblais des surfaces.

VII.10. Devis estimatif et quantitatives :

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet.

Tableau V.II.5.DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF				
Désignation	**Unité**	**Quantité**	**Prix unitaire (DA)**	**Montant totale (DA)**
		a	**b**	**C= a*b**
1) déblai en terrain	**m^3**	5097.96	450	2294082
2) lit de sable 15 cm	**m^3**	593.60	1800	1068480
3) remblaiement de la tranche	**m^3**	4410.85	300	1323255
Conduites PEHD PN16				
Ø355	**mm**	538,19	22649.33	12189642,9
Ø280		277,7	14062.98	3905289,55
Ø225		265,83	9118.16	2423880,47
Ø200		87	7204.38	626781,06
Ø180		201,8	5839.10	1178330,38
Ø160		1438,46	4620.48	6646375,66
Ø125		898,4	2824.76	2537764,38
Ø110		864,54	2253.60	1948327,34
Ø75		326,6	1055.26	344647,916
Ø63		310,7	758.36	235622,452
Ø50		197,62	476.95	94254,859
Les accessoires	**Unité**			3000000
Le réservoir				
1) décapage	**m^3**	50.27	500	25135
2)Déblais	**m^3**	1256.77	450	565546,5
3)Béton de propreté	**m^3**	50.27	13000	653510
4)Béton armé	**m^3**	786.4	55000	43252000
SOMME				**84312925,5**
TVA 17%				**14333197,34**
TOTALE				**98646122,84**

Devis en chiffre :

Quatre-vingt-dix-huit millions six cent quarante-six mille cent vingt –deux Dinar Algérienne

VII.11. Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons présenté les étapes à suivre lors de la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et la nécessité d'un personnel qualifié pour la pose des conduites.

Ce chapitre nous permet de conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement de la réalisation car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux, et le cout total du projet.

Conclusion générale

Conclusion :

Dans ce mémoire de fin d'étude, nous avons étudié l'alimentation en eau potable de la commune de Menaceur.

Après analyse physique et hydraulique, et présentation des éléments spécifiques du réseau de distribution de la commune étudiée, nous pouvons conclure que le réseau existant est sous-dimensionné et en état d'ancienneté avancé. Les équipements du réseau se sont dégradés au fil du temps sous l'effet combiné des pressions et des charges mécaniques. Cette dégradation influe directement sur le rendement du réseau, ce qui engendre une perte d'eau importante.

Après diagnostic hydraulique à l'aide de l'outil Epanet nous avons trouvé des vitesses faibles et autres très élevé et aussi des valeurs de pression hors normes. Notre étude a aussi montré que le stockage existant ne répond pas aux besoins de la ville à long terme avec un déficit de 2432.9m^3.

Ce réseau ne répondant pas aux besoins de la population aux horizons considérés, nous proposons une réhabilitation totale du réseau.

Dans notre mémoire nous avons dimensionné un nouveau réseau de distribution dont les diamètres varient entre (50 à 355) mm en PEHD, et nous avons aussi construit un nouveau réservoir semi-enterré d'une capacité de 3000 m^3.

Nous avons achevé notre travail par un chapitre englobant les moyens de pose de canalisation et un autre montrant l'organisation du chantier, ce qui a permis de faire un devis estimatif et quantitatif de notre projet.

Enfin, nous espérons que notre modeste travail trouvera son importance dans le domaine de l'AEP.

Bibliographie

Référence et Bibliographiques :

- SALAH. B. « polycopie d'Alimentation en Eau Potable »,2014, p.20,54,56,57,59,72, 89, 90, 91, 92,95.).
- A. DUPONT Paris 1977« Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles.
- KAMWA KOMGUEM Anderson Landry DIAGNOSTIC, MODELISATION ET REHABILITATION DU RESEAU D'EAU POTABLE DE LA VILLE D'ANEHO (TOGO).
- BLINDU I. (2004). Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. Thèse doctorat. Ecole nationale des mines Saint-Étienne. France.
- CECILE A., JEAN-MARC B., JEAN-LUC C. (2004). Réhabilitation / remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale. Document technique FNDAE. Hors-série N-10. Office international de l'eau SNIDE. France.
- Cours organisation de chantier.
- ETUDE DE RENOUVELLEMENT DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE MENACEUR. (Note technique).

SITE :

- Catalogue des conduites en PEHD (Source Chiali2020).
- Googleearth.com
- Openstreetmap.com
- fr.wikipedia.org

ANNEXE

ANNEXE II.1 :

La variation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant.

	Nombre d'habitants				
Heures	< à 10000	10000 à 50000	50000 à 100000	> à 1000000	Agglomération Rurale
0-1	1	1.5	3	3.35	0.75
1-2	1	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1	1.5	2.5	3.3	1
3-4	1	1.5	2.6	3.2	1
4-5	2	2.5	3.5	3.25	3
5-6	3	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5	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	5.20	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	6
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7	5	4.4	4.6	8.5
13-14	7	5	4.1	4.55	6
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	5
15-16	4.5	6	4.4	4.7	5
16-17	5	6	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	5	4.5	4.4	6
19-20	5	4.5	4.5	4.3	6
20-21	4.5	4	4.5	4.3	6
21-22	3	3	4.8	3.75	3
22-23	2	2	4.6	3.75	2
23-24	1	1,5	3.3	3.7	1
Total	100	100	100	100	100

Annexe 02

Cette figure représente l'état physique de réseau :



Fig III.2. Fuite dans la conduite PVC 90mm (SEEAL2023)



Fig III.3.Fuite dans la conduite AMC 100mm

(SEEAL2023)



Fig III.4. Conduite en PEHD 50mm cassée (SEEAL2023)



Fig III.5. Conduite en AG 50mm cassée

(SEEAL2023)

Annexe 03

Cette figures représente l'état physique des accessoires :



Fig III.7. Regard et robinet vanne 90mm (SEEAL2023)



Fig III.8. regard et vanne (SEEAL2023)



Fig III.7.robinet vanne de 100mm et regard (SEEAL2023)

Annexe 04

Cette tableau représente le calcule de débit au nœuds en 2023 :

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	16	43,78	0,00389	0,17030842	
	20	104,74	0,00389	0,4074487	
n57	38	4,9	0,00389	0,01906147	0,298
	6	13,92	0,00389	0,05415014	
	7	75,9	0,00389	0,29525832	
n58	p39	96,73	0,00389	0,37628903	0,363
n59	p39	96,73	0,00389	0,37628903	0,188
	9	54,28	0,00389	0,21115443	
	p41	107,16	0,00389	0,41686273	
n60	p128	73,84	0,00389	0,28724472	0,458
n61	11	106,33	0,00389	0,41363395	0,207
n62	p41	107,16	0,00389	0,41686273	0,208
	28	72,34	0,00389	0,28140958	
	p98	66,67	0,00389	0,25935273	
n63	p114	66,21	0,00389	0,25756328	0,399
n66	p43	157,3	0,00389	0,61191217	0,306
	p43	157,3	0,00389	0,61191217	
	p120	31,71	0,00389	0,12335496	
n67	p106	31,6	0,00389	0,12292705	0,429
	p105	84,76	0,00389	0,32972457	
	p106	31,6	0,00389	0,12292705	
n69	p45	159,62	0,00389	0,62093719	0,537
n70	p47	79,06	0,00389	0,30755102	0,154
	p48	34,83	0,00389	0,13549206	
	p58	19,46	0,00389	0,07570128	
n72	p59	73,04	0,00389	0,28413264	0,248
	p49	31,17	0,00389	0,12125431	
n73	p50	4,165	0,00389	0,01620225	0,069
	30	60,16	0,00389	0,2340282	
	p49	31,17	0,00389	0,12125431	
n74	p66	64,5	0,00389	0,25091122	0,303
	p50	4,165	0,00389	0,01620225	
	p72	20,53	0,00389	0,07986368	
n75	p88	49,09	0,00389	0,19096483	0,144
	p51	224,54	0,00389	0,87348225	
n76	p90	87,44	0,00389	0,34015003	0,607
n77	p51	224,54	0,00389	0,87348225	0,437
	9	54,28	0,00389	0,21115443	
	11	106,33	0,00389	0,41363395	
n78	p52	227,61	0,00389	0,88542485	0,755
n79	p52	227,61	0,00389	0,88542485	0,443
n81	10	188,95	0,00389	0,73503372	0,589

	54	113,68	0,00389	0,44222616	
	29	166,41	0,00389	0,64735095	
	79	67,32	0,00389	0,26188129	
n82	p48	34,83	0,00389	0,13549206	0,522
	p58	19,46	0,00389	0,07570128	
	p60	15,83	0,00389	0,06158023	
n83	p61	72,85	0,00389	0,28339352	0,210

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
n84	p59	73,04	0,00389	0,28413264	0,156
	p60	15,83	0,00389	0,06158023	
	p62	15,22	0,00389	0,05920727	
n85	p63	69,9	0,00389	0,27191774	0,196
n86	p61	72,85	0,00389	0,28339352	0,142
	p62	15,22	0,00389	0,05920727	
	p64	19,38	0,00389	0,07539007	
n87	p65	14,9	0,00389	0,05796244	0,096
n88	p63	69,9	0,00389	0,27191774	0,136
n89	p64	19,38	0,00389	0,07539007	0,038
n90	17	54,3	0,00389	0,21123224	0,106
n92	40	73,27	0,00389	0,28502736	0,143
	17	54,3	0,00389	0,21123224	
	39	16,19	0,00389	0,06298066	
n93	p65	14,9	0,00389	0,05796244	0,166
	p68	20,54	0,00389	0,07990258	
	p69	49,38	0,00389	0,19209296	
n94	p74	20,64	0,00389	0,08029159	0,176
	p68	20,54	0,00389	0,07990258	
	p70	21,34	0,00389	0,08301466	
n95	p71	52,1	0,00389	0,20267402	0,183
n96	p69	49,38	0,00389	0,19209296	0,096
	p70	21,34	0,00389	0,08301466	
	p72	20,53	0,00389	0,07986368	
n97	p73	48,9	0,00389	0,19022571	0,177
n98	p71	52,1	0,00389	0,20267402	0,101
n99	p73	48,9	0,00389	0,19022571	0,095
n100	p74	20,64	0,00389	0,08029159	0,040
	p75	96,29	0,00389	0,37457738	
	p76	6,22	0,00389	0,0241964	
n101	p86	19,6	0,00389	0,07624589	0,238
	p75	96,29	0,00389	0,37457738	
	p89	45,16	0,00389	0,17567675	
n102	p90	87,44	0,00389	0,34015003	0,445
	p76	6,22	0,00389	0,0241964	
	p77	20,91	0,00389	0,08134192	
n103	p78	42,41	0,00389	0,16497899	0,135
	p77	20,91	0,00389	0,08134192	
	p79	22,29	0,00389	0,08671025	
n104	p80	42,88	0,00389	0,16680733	0,167
n105	p78	42,41	0,00389	0,16497899	0,082
n106	p79	22,29	0,00389	0,08671025	0,172

	p81	23,57	0,00389	0,09168957	
	p82	42,4	0,00389	0,16494009	
n107	p80	42,88	0,00389	0,16680733	0,083
	p81	23,57	0,00389	0,09168957	
	p83	22,65	0,00389	0,08811068	
n108	p84	42,55	0,00389	0,1655236	0,173
n109	p82	42,4	0,00389	0,16494009	0,082

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
n110	p83	22,65	0,00389	0,08811068	0,044
n111	p84	42,55	0,00389	0,1655236	0,083
	39	16,19	0,00389	0,06298066	
	40	73,27	0,00389	0,28502736	
n112	p85	54,88	0,00389	0,21348849	0,281
n113	p85	54,88	0,00389	0,21348849	0,107
	p66	64,5	0,00389	0,25091122	
	p86	19,6	0,00389	0,07624589	
n114	73	72,81	0,00389	0,28323792	0,305
n115	55	181,92	0,00389	0,70768634	0,115
n116	p88	49,09	0,00389	0,19096483	0,095
n117	p89	45,16	0,00389	0,17567675	0,088
	p91	65,29	0,00389	0,2539844	
	p130	25,52	0,00389	0,09927526	
n118	p131	23,29	0,00389	0,09060035	0,222
n119	p91	65,29	0,00389	0,2539844	0,127
	16	43,78	0,00389	0,17030842	
n120	23	127,59	0,00389	0,4963374	0,333
	21	136,76	0,00389	0,53200959	
	21	136,76	0,00389	0,53200959	
n121	p133	61,8	0,00389	0,24040796	0,652
	67	69,75	0,00389	0,27133423	
	p94	60,33	0,00389	0,23468952	
n122	p125	25,58	0,00389	0,09950867	0,303
	p94	60,33	0,00389	0,23468952	
n123	p122	97,45	0,00389	0,3790899	0,307
	p95	126,95	0,00389	0,49384774	
	p124	21,21	0,00389	0,08250895	
n124	p125	25,58	0,00389	0,09950867	0,338
n125	p95	126,95	0,00389	0,49384774	0,247
	7	75,9	0,00389	0,29525832	
n127	8	62,78	0,00389	0,24422025	0,270
	6	13,92	0,00389	0,05415014	
	p99	78,93	0,00389	0,30704531	
n128	p128	73,84	0,00389	0,28724472	0,324
n129	p98	66,67	0,00389	0,25935273	0,130
n130	p99	78,93	0,00389	0,30704531	0,154
	70	54,96	0,00389	0,2137997	
	78	28,3	0,00389	0,11008973	
n131	p100	2,53	0,00389	0,00984194	0,167
	45	4,48	0,00389	0,01742763	
n132	p100	2,53	0,00389	0,00984194	0,124

	p101	56,56	0,00389	0,22002385	
n133	p101	56,56	0,00389	0,22002385	0,110
n134	44	61,99	0,00389	0,24114708	0,121
	44	61,99	0,00389	0,24114708	
	p103	49,72	0,00389	0,19341559	
n135	45	4,84	0,00389	0,01882807	0,227
n136	p103	49,72	0,00389	0,19341559	0,097

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
n137	p104	80,76	0,00389	0,31416419	0,157
	p107	97,19	0,00389	0,37807847	
n140	p120	31,71	0,00389	0,12335496	0,251
n141	p107	97,19	0,00389	0,37807847	0,189
	24	166,16	0,00389	0,64637842	
	7	75,9	0,00389	0,29525832	
n142	p139	2,253	0,00389	0,00876439	0,475
	p110	663,62	0,00389	2,58154579	
n147	p129	138,16	0,00389	0,53745572	1,560
n148	p111	40,22	0,00389	0,15645968	0,078
	p122	97,45	0,00389	0,3790899	
n149	60	184,21	0,00389	0,71659466	0,548
	p104	80,76	0,00389	0,31416419	
	p114	66,21	0,00389	0,25756328	
n151	p115	46,37	0,00389	0,18038377	0,376
	p115	46,37	0,00389	0,18038377	
	p116	120,74	0,00389	0,46969024	
n152	p117	61,83	0,00389	0,24052466	0,445
n153	p116	120,74	0,00389	0,46969024	0,235
n154	p118	101,82	0,00389	0,39608962	0,198
n156	p124	21,21	0,00389	0,08250895	0,041
	8	62,78	0,00389	0,24422025	
	p96	99,69	0,00389	0,38780371	
n158	p127	185,96	0,00389	0,72340233	0,678
n159	p127	185,96	0,00389	0,72340233	0,362
	31	104,56	0,00389	0,40674848	
	p131	23,29	0,00389	0,09060035	
n160	p132	30,94	0,00389	0,12035958	0,309
n161	p133	61,8	0,00389	0,24040796	0,120
	p134	52,89	0,00389	0,2057472	
	p135	115,1	0,00389	0,4477501	
n162	p136	61,79	0,00389	0,24036906	0,447
n163	p135	115,1	0,00389	0,4477501	0,224
n164	p137	104,07	0,00389	0,40484233	0,202
n165	p138	31,19	0,00389	0,12133211	0,061
	p139	2,253	0,00389	0,00876439	
	p138	31,19	0,00389	0,12133211	
n166	p110	663,62	0,00389	2,58154579	1,356
n170	26	169,14	0,00389	0,65797091	0,329
n172	p144	31,87	0,00389	0,12397737	0,062
	p149	41,99	0,00389	0,16334515	
n175	42	138,68	0,00389	0,53947857	0,657

	43	157,3	0,00389	0,61191217	
n177	p152	52,98	0,00389	0,20609731	0,103
n178	83	98,02	0,00389	0,38130725	0,191
n179	36	121,11	0,00389	0,47112958	0,236
	80	119,64	0,00389	0,46541114	
n181	81	60,91	0,00389	0,23694577	0,351
n183	75	94,24	0,00389	0,36660269	0,280

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
	76	49,84	0,00389	0,19388241	
n185	76	49,84	0,00389	0,19388241	0,097
	10	188,95	0,00389	0,73503372	
6	12	150,89	0,00389	0,58697665	0,661
	48	191,83	0,00389	0,7462372	
7	18	187,68	0,00389	0,7300933	0,738
	27	161,79	0,00389	0,6293787	
8	28	72,34	0,00389	0,28140958	0,455
	24	166,16	0,00389	0,64637842	
9	25	203,22	0,00389	0,79054539	0,718
	25	203,22	0,00389	0,79054539	
10	26	169,14	0,00389	0,65797091	0,724
	31	104,56	0,00389	0,40674848	
11	32	146,67	0,00389	0,57056044	0,489
	20	104,74	0,00389	0,4074487	
12	21	136,76	0,00389	0,53200959	0,470
	22	151,94	0,00389	0,59106125	
13	23	127,59	0,00389	0,4963374	0,544
	57	99,46	0,00389	0,38690899	
14	58	97,62	0,00389	0,37975121	0,383
	49	96	0,00389	0,37344926	
15	63	105,14	0,00389	0,40900474	0,391
	33	55,84	0,00389	0,21722298	
16	34	76,28	0,00389	0,29673655	0,257
	36	121,11	0,00389	0,47112958	
17	82	96,72	0,00389	0,37625013	0,424
18	77	100,39	0,00389	0,39052678	0,195
	52	227,61	0,00389	0,88542485	
19	71	30,85	0,00389	0,12000947	0,503
	55	181,92	0,00389	0,70768634	
20	69	136,72	0,00389	0,53185398	0,620
	66	95,65	0,00389	0,37208772	
21	67	69,75	0,00389	0,27133423	0,322
	37	85,66	0,00389	0,33322566	
22	57	99,46	0,00389	0,38690899	0,360
	60	184,21	0,00389	0,71659466	
23	61	196,64	0,00389	0,76494856	0,741
	64	185,66	0,00389	0,7222353	
24	65	89,1	0,00389	0,34660759	0,534
	36	121,11	0,00389	0,47112958	
25	64	185,66	0,00389	0,7222353	0,597
26	61	196,64	0,00389	0,76494856	0,552

	62	87,16	0,00389	0,3390608	
	58	97,62	0,00389	0,37975121	
27	59	93,13	0,00389	0,36228468	0,371
	29	166,41	0,00389	0,64735095	
	30	60,16	0,00389	0,2340282	
1	56	137,72	0,00389	0,53574408	0,709
2	37	85,66	0,00389	0,33322566	0,422

Tableau. III.2:Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2023) (suite)

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
	47	131,41	0,00389	0,51119757	
	48	191,83	0,00389	0,7462372	
	49	96	0,00389	0,37344926	
3	51	20,4	0,00389	0,07935797	0,600
	70	54,96	0,00389	0,2137997	
	71	30,85	0,00389	0,12000947	
4	72	103,46	0,00389	0,40246938	0,368
5	72	103,46	0,00389	0,40246938	0,201
31	68	15,01	0,00389	0,05839035	0,029
	56	137,64	0,00389	0,53543287	
	68	15,01	0,00389	0,05839035	
34	69	136,72	0,00389	0,53185398	0,563
	35	239,52	0,00389	0,93175589	
	73	72,81	0,00389	0,28323792	
	74	3,7	0,00389	0,01439336	
35	78	28,3	0,00389	0,11008973	0,670
	74	3,7	0,00389	0,01439336	
	75	94,24	0,00389	0,36660269	
36	77	100,39	0,00389	0,39052678	0,386
37	80	119,64	0,00389	0,46541114	0,233
	81	60,97	0,00389	0,23717918	
	82	96,72	0,00389	0,37625013	
39	83	98,02	0,00389	0,38130725	0,497
	35	239,52	0,00389	0,93175589	
40	38	4,9	0,00389	0,01906147	0,475
	46	48,08	0,00389	0,18703584	
	50	15,54	0,00389	0,0604521	
41	51	20,4	0,00389	0,07935797	0,163
	41	8,84	0,00389	0,03438845	
30	53	171,28	0,00389	0,66629571	0,350
42	3	222,91	0,00389	0,86714139	0,434
	54	113,68	0,00389	0,44222616	
43	79	67,32	0,00389	0,26188129	0,352
			Totale		57,0981117

Annexe 05

Ce tableau représente les valeurs de simulation de vitesse :

Tronçons	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pertes de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p7	31,41	51,4	-0,94	0,46	88,76
Pipe p8	30,59	51,4	0,13	0,06	2,35
Pipe p9	71,56	51,4	-0,03	0,01	0,29
Pipe p10	28,27	51,4	0,5	0,24	28,07
Pipe p11	64,5	51,4	0,24	0,11	7,35
Pipe p12	139,6	51,4	-0,48	0,23	25,42
Pipe p13	46,61	51,4	0,08	0,04	0,73
Pipe p14	21,45	51,4	0,34	0,16	13,96
Pipe p15	104,53	80	0,54	0,11	4,41
Pipe p16	46,41	50	0,08	0,04	0,73
Pipe p30	160,12	51,4	0,26	0,13	8,96
Pipe p31	145,03	150	11,43	0,65	59,51
Pipe p32	196,55	51,4	0,32	0,16	12,78
Pipe p34	54,1	76,8	3,84	0,83	163,70
Pipe p36	95,6	34	0,16	0,17	26,74
Pipe p38	44,08	76,8	2,05	0,44	50,70
Pipe p39	96,73	42,6	0,16	0,11	9,11
Pipe p41	107,16	53,6	0,18	0,08	3,67
Pipe p43	106,64	80	0,26	0,05	1,18
Pipe p45	159,62	80	0,53	0,1	4,26
Pipe p47	79,06	40,8	0,13	0,1	7,94
Pipe p48	34,83	60	1,72	0,61	175,45
Pipe p49	31,17	51,4	-1	0,48	98,45
Pipe p50	4,165	51,4	-0,94	0,45	88,02
Pipe p51	224,54	40,8	0,37	0,28	50,40
Pipe p52	108,39	40,8	0,38	0,29	51,73
Pipe p58	19,46	60	1,38	0,49	113,88
Pipe p59	73,04	34	0,13	0,15	19,54
Pipe p60	15,83	60	1,08	0,38	70,98
Pipe p61	72,85	34	0,12	0,13	16,61
Pipe p62	15,22	60	0,8	0,28	39,68
Pipe p63	69,9	34	0,12	0,13	15,43
Pipe p64	19,38	60	0,03	0,01	0,15
Pipe p65	14,9	34	0,68	0,75	384,12
Pipe p66	64,5	76,8	8,41	1,82	733,56
Pipe p68	20,54	51,4	-0,27	0,13	8,96
Pipe p69	49,38	32,6	0,08	0,1	7,94
Pipe p70	21,34	51,4	-0,51	0,24	28,36
Pipe p71	52,1	32,6	0,09	0,1	9,40
Pipe p72	20,53	51,4	-0,74	0,36	56,28

Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023. (suite)

Tronçons	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pertes de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p75	96,29	76,8	1,34	0,29	23,07
Pipe p76	6,22	53,6	0,87	0,38	61,57
Pipe p77	20,91	53,6	0,68	0,3	39,82
Pipe p78	42,41	34	0,07	0,08	3,82
Pipe p79	22,29	53,6	0,47	0,21	20,28
Pipe p80	42,88	34	0,07	0,08	3,97
Pipe p81	23,57	53,6	0,25	0,11	6,91
Pipe p82	42,4	34	0,07	0,08	3,82
Pipe p83	22,65	53,6	0,04	0,02	0,29
Pipe p84	42,55	34	0,07	0,08	3,97
Pipe p85	54,88	34	0,09	0,1	8,67
Pipe p86	19,6	76,8	2,41	0,52	68,18
Pipe p88	49,09	32,6	0,08	0,1	7,64
Pipe p89	45,16	76,8	0,07	0,02	0,15
Pipe p90	87,44	73,6	0,89	0,21	13,52
Pipe p91	65,29	34	0,11	0,12	13,67
Pipe p94	60,33	125	7,85	0,64	73,77
Pipe p95	126,95	32,6	0,21	0,25	54,22
Pipe p96	99,69	90	3,75	0,59	70,39
Pipe p98	66,67	40,8	0,11	0,08	5,14
Pipe p99	78,93	42,6	0,13	0,09	6,47
Pipe p100	2,53	42,6	0,58	0,4	90,96
Pipe p101	56,56	34	-0,09	0,1	9,40
Pipe p103	49,72	34	0,08	0,09	6,32
Pipe p104	80,76	51,4	-0,13	0,06	2,20
Pipe p105	84,76	150	1,98	0,11	2,06
Pipe p106	31,6	150	1	0,06	0,59
Pipe p107	97,19	80	0,16	0,03	0,29
Pipe p110	663,62	102,2	7,24	0,88	128,73
Pipe p111	40,22	125	-6,45	0,53	50,26
Pipe p114	66,21	150	13,14	0,74	78,03
Pipe p115	46,37	150	12,69	0,72	73,03
Pipe p116	120,74	51,4	0,2	0,1	5,44
Pipe p117	61,83	150	12,11	0,69	66,57
Pipe p118	101,82	100	0,17	0,02	0,15
Pipe p120	31,71	150	0,37	0,02	0,15
Pipe p122	97,45	125	3,84	0,31	18,52
Pipe p124	21,21	32,6	0,03	0,04	1,91
Pipe p125	25,58	32,6	0,53	0,64	297,86
Pipe p127	185,96	90	0,31	0,05	0,73
Pipe p128	73,84	76,8	1,76	0,38	38,06
Pipe p129	138,16	76,8	5,92	1,28	372,22
Pipe p130	25,52	76,8	2,47	0,53	71,27
Pipe p131	23,29	76,8	2,76	0,6	88,02

Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023. (suite)

Tronçons	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pertes de charge
	m	mm	l/s	m/s	m
Pipe p132	30,94	76,8	3,39	0,73	129,02
Pipe p133	61,8	34	0,1	0,11	12,05
Pipe p134	52,89	51,4	1,67	0,8	255,84
Pipe p135	115,1	51,4	0,19	0,09	5,00
Pipe p136	61,79	51,4	1,1	0,53	116,68
Pipe p137	104,07	51,4	0,17	0,08	4,26
Pipe p138	31,19	150	24,28	1,37	261,42
Pipe p139	2,253	150	15,88	0,9	113,30
Pipe p144	31,87	51,4	0,05	0,03	0,44
Pipe p149	41,99	51,4	-0,88	0,42	78,03
Pipe p150	2,66	51,4	0,36	0,18	15,87
Pipe p152	52,98	51,4	0,09	0,04	0,73
Pipe 6	13,92	73,6	-2,17	0,51	69,07
Pipe 7	75,9	73,6	-2,63	0,62	99,63
Pipe 8	62,78	90	-2,86	0,45	42,61
Pipe 9	54,28	40,8	1,19	0,91	438,64
Pipe 11	106,33	40,8	0,18	0,13	13,37
Pipe 14	43,04	80	0,22	0,04	0,88
Pipe 15	133,38	125	-0,94	0,08	1,32
Pipe 17	54,3	34	0,09	0,1	8,38
Pipe 10	188,95	90	4,01	0,63	79,79
Pipe 12	150,89	90	3,45	0,54	60,10
Pipe 18	187,68	90	2,89	0,45	43,20
Pipe 20	104,74	42,6	0,85	0,6	186,92
Pipe 21	136,76	42,6	0,45	0,32	58,19
Pipe 22	151,94	42,6	-0,2	0,14	14,11
Pipe 23	127,59	42,6	-0,67	0,47	118,59
Pipe 24	166,16	106,6	1,51	0,17	5,73
Pipe 25	203,22	106,6	0,9	0,1	2,20
Pipe 26	169,14	106,6	0,28	0,03	0,29
Pipe 27	161,79	150	13,97	0,79	88,17
Pipe 28	72,34	150	13,59	0,77	83,47
Pipe 31	104,56	42,6	0,36	0,25	38,50
Pipe 32	146,67	42,6	-0,06	0,04	1,03
Pipe 33	55,84	125	6,29	0,51	47,90
Pipe 34	76,28	125	6,07	0,49	44,67
Pipe 36	121,11	64	0,2	0,06	1,91
Pipe 19	188,07	80	-0,47	0,09	3,38
Pipe 39	16,19	34	0,45	0,5	177,81
Pipe 40	73,27	34	0,12	0,13	16,75
Pipe 42	138,68	125	5,72	0,47	39,68
Pipe 43	157,3	125	4,28	0,35	22,63

Pipe 44	61,99	34	0,1	0,11	12,34
Pipe 45	4,84	34	0,38	0,42	128,43

Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023. (suite)

Tronçons	**Longueur**	**Diamètre**	**Débit**	**Vitesse**	**Pertes de charge**
	m	**mm**	**l/s**	**m/s**	**m**
Pipe 52	227,61	100	0,38	0,05	0,73
Pipe 55	181,92	40,8	0,1	0,07	3,53
Pipe 57	99,46	100	-0,73	0,09	2,50
Pipe 58	97,62	100	-1,05	0,13	5,00
Pipe 59	93,13	100	-1,37	0,17	8,08
Pipe 60	184,21	100	3,38	0,43	5,55
Pipe 61	196,64	100	2,75	0,35	0,57
Pipe 62	87,16	100	2,28	0,29	1,31
Pipe 63	105,14	90	1,33	0,21	1,43
Pipe 64	185,66	90	0,82	0,13	4,41
Pipe 65	89,1	90	0,36	0,06	1,03
Pipe 66	95,65	150	8,92	0,5	6,59
Pipe 67	69,75	150	8,64	0,49	4,53
Pipe 1	24,84	200	24,37	0,78	8,78
Pipe 2	28,83	200	1,75	0,06	0,29
Pipe 4	35,65	200	6,52	0,21	4,56
Pipe 5	35,55	200	19,45	0,62	8,65
Pipe 29	166,41	76,8	11,59	2,5	6,17
Pipe 30	60,16	76,8	9,67	2,09	0,59
Pipe 37	85,66	200	0,42	0,01	0,01
Pipe 47	131,41	90	0.05	0.01	0,01
Pipe 48	191,83	90	2,26	0,35	7,48
Pipe 49	96	90	1,66	0,26	5,58
Pipe 56	137,64	51,4	1,21	0,58	4,92
Pipe 68	15,01	40,8	0,02	0,02	0,59
Pipe 69	136,72	40,8	0,62	0,48	3,49
Pipe 70	54,96	100	3,01	0,38	6,44
Pipe 71	30,85	100	0,8	0,1	3,09
Pipe 72	103,46	51,4	1,84	0,88	7,41
Pipe 73	72,81	73,6	5,74	1,35	7,02
Pipe 74	3,7	73,6	0,87	0,21	3,08
Pipe 75	94,24	73,6	0,32	0,08	2,20
Pipe 76	49,84	40,8	0,08	0,06	2,20
Pipe 77	100,39	40,8	0,17	0,13	2,05
Pipe 78	28,3	100	-3,73	0,47	5,11
Pipe 80	119,64	40,8	0,23	0,18	1,90
Pipe 82	96,72	64	0,56	0,17	1,76
Pipe 83	98,02	64	1,59	0,49	8,03
Pipe 35	239,52	100	-0,47	0,06	1,18

Pipe 46	48,08	100	2,05	0,26	7,49
Pipe 50	15,54	100	1,89	0,24	4,99
Pipe 16	43,78	42,4	-0,95	0,67	4,53
Pipe 3	222,91	40,8	0,43	0,33	6,86
Pipe 41	8,84	125	3,01	0,24	11,46

Tableau. III.3. Résultat des différents tronçons (Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant en cas de pointe) l'horizon 2023. (suite)

Tronçons	**Longueur**	**Diamètre**	**Débit**	**Vitesse**	**Pertes de charge**
	m	**mm**	**l/s**	**m/s**	**m**
Pipe 53	171,28	125	2,22	0,18	6,47
Pipe 54	113,68	76,8	14,11	3,05	4,36
Pipe 79	67,32	76,8	13,76	2,97	7,82
Pipe 81	60,97	40,8	0,53	0,41	6,84

Annexe 06 :

Ce tableaux représenté les valeurs de pression de la simulation :

Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe à l'horizon (2023). (suite)

Tronçon	Cote de terrain	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n78	187	222,74	35,74
Junc n79	176	222,36	46,36
Junc n81	0,589	218,93	218,34
Junc n82	177	194,69	17,69
Junc n83	171	194,12	23,12
Junc n84	159	194,17	35,17
Junc n85	171	194,04	23,04
Junc n86	159	194,04	35,04
Junc n87	170	194	24
Junc n88	160	193,97	33,97
Junc n89	169	194	25
Junc n90	160	193,58	33,58
Junc n92	161	193,33	32,33
Junc n93	168	193,61	25,61
Junc n94	169	174,92	5,92
Junc n95	169,3	174,93	5,63
Junc n96	163	174,89	11,89
Junc n97	169,4	174,97	5,57
Junc n98	164	174,89	10,89
Junc n99	164	174,94	10,94
Junc n100	168,7	174,91	6,21
Junc n101	171,4	171,97	0,57
Junc n102	172,8	171,82	-0,98
Junc n103	170,8	171,94	1,14
Junc n104	171,2	171,89	0,69
Junc n105	166,3	171,93	5,63
Junc n106	171,8	171,86	0,06
Junc n107	167	171,88	4,88
Junc n108	172,5	171,85	-0,65
Junc n109	167,5	171,85	4,35
Junc n110	172,6	171,85	-0,75
Junc n111	168	171,83	3,83
Junc n112	167	193,42	26,42
Junc n113	161	193,38	32,38
Junc n114	172,5	172,06	-0,44
Junc n115	159	176,64	17,64
Junc n116	164	175,02	11,02
Junc n117	172,8	171,82	-0,98
Junc n118	178	219,02	41,02
Junc n119	176	218,96	42,96
Junc n120	178	218,05	40,05
Junc n121	190	216,87	26,87
Junc n122	190	226,09	36,09

Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe à l'horizon (2023). (suite)

Tronçon	Cote de terrain	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc n128	195	224,55	29,55
Junc n129	199	227,92	28,92
Junc n130	206	224,52	18,52
Junc n131	164	169,79	5,79
Junc n132	163,2	169,77	6,57
Junc n133	161	169,74	8,74
Junc n134	161	169,68	8,68
Junc n135	164	169,73	5,73
Junc n136	161	169,71	8,71
Junc n137	191	227,58	36,58
Junc n140	186	226,48	40,48
Junc n141	187	226,48	39,48
Junc n142	220	229,33	9,33
Junc n147	192,24	223,54	31,3
Junc n148	191	198,99	7,99
Junc n149	180	225,67	45,67
Junc n151	192	227,6	35,6
Junc n152	185	227,37	42,37
Junc n153	193	227,32	34,32
Junc n154	200	227,08	27,08
Junc n156	187	225,57	38,57
Junc n158	198	225,31	27,31
Junc n159	205	225,3	20,3
Junc n160	176	219,16	43,16
Junc n161	178	216,82	38,82
Junc n162	170	219,12	49,12
Junc n163	177	219,08	42,08
Junc n164	173	218,59	45,59
Junc n165	220	229,9	9,9
Junc n166	220	229,35	9,35
Junc n170	185	229,23	44,23
Junc n172	168	197,84	29,84
Junc n175	171,8	198,06	26,26
Junc n177	164,5	197,57	33,07
Junc n178	192	204	12
Junc n179	190	203,39	13,39
Junc n181	197	203,08	6,08
Junc n183	166	169,88	3,88
Junc n185	163	169,87	6,87
Junc 6	175,4	217,9	42,5
Junc 7	172	216,73	44,73
Junc 8	204	228,36	24,36
Junc 9	215	229,26	14,26
Junc 10	202	229,23	27,23
Junc 11	173	218,89	45,89
Junc 12	187	217,41	30,41
Junc 13	182	217,02	35,02
Junc 14	171	224,41	53,41

Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe à l'horizon (2023). (suite)

Tronçon	Cote de terrain	Cote piézométrique	Pression
	m	m	m
Junc 15	189	216,27	27,27
Junc 16	179	198,67	19,67
Junc 17	188	203,4	15,4
Junc 18	162	169,81	7,81
Junc 19	162	169,65	7,65
Junc 20	160	176,68	16,68
Junc 21	194	226,26	32,26
Junc 22	173	224,39	51,39
Junc 23	178	225,1	47,1
Junc 24	184	216,14	32,14
Junc 25	183	216,2	33,2
Junc 26	177	224,69	47,69
Junc 27	170	224,44	54,44
Junc 1	173	179,21	6,21
Junc 2	173	224,39	51,39
Junc 3	170	216,38	46,38
Junc 4	162	169,65	7,65
Junc 5	157	167,49	10,49
Junc 31	160	177,89	17,89
Junc 34	160	177,89	17,89
Junc 35	165	169,9	4,9
Junc 36	165	169,89	4,89
Junc 37	198	202,9	4,9
Junc 39	197	203,48	6,48
Junc 40	170	169,88	-0,12
Junc 41	170	224,51	54,51
Junc 30	179	197,81	18,81
Junc 42	173	196,8	23,8
Junc 43	176	203,43	27,43
Junc n123	190	225,79	35,79
Junc n124	189	225,58	36,58
Junc n125	180	225,11	45,11
Junc n127	196,5	225,13	28,63

Annexe 07

Tableau qui résume l'état physique et les conditions hydrauliques de chaque traçons de réseau actuel (pointe+ incendie)

	longueur	Diamètre	débit	vitesse	Pertes
Link ID	**m**	**mm**	**LPS**	**m/s**	**m/km**
Pipe p7	31.41	51.4	-1.65	0.79	17.07
Pipe p8	30.59	51.4	0.10	0.05	0.06
Pipe p9	71.56	51.4	0.00	0.00	0.00
Pipe p10	28.27	51.4	0.85	0.41	4.95
Pipe p11	64.50	51.4	0.41	0.20	1.34
Pipe p12	139.60	51.4	-0.87	0.42	5.17
Pipe p13	46.61	51.4	0.15	0.07	0.20
Pipe p14	21.45	51.4	0.58	0.28	2.48
Pipe p15	104.53	80	1.02	0.20	0.99
Pipe p16	46.41	50	0.14	0.07	0.25
Pipe p30	160.12	51.4	0.50	0.24	1.88
Pipe p31	145.03	150	21.54	1.22	14.05
Pipe p32	196.55	51.4	0.61	0.29	2.72
Pipe p34	54.10	76.8	7.24	1.56	37.35
Pipe p36	95.60	34	0.30	0.33	5.63
Pipe p38	44.08	76.8	3.87	0.84	11.29
Pipe p39	96.73	42.6	0.30	0.21	1.90
Pipe p41	107.16	53.6	0.33	0.15	0.75
Pipe p43	106.64	80	0.49	0.10	0.25
Pipe p45	159.62	80	0.99	0.20	0.93
Pipe p47	79.06	40.8	0.25	0.19	1.64
Pipe p48	34.83	60	3.23	1.14	41.00
Pipe p49	31.17	51.4	-1.88	0.91	21.95
Pipe p50	4.165	51.4	-1.77	0.85	19.59
Pipe p51	224.54	40.8	0.70	0.54	10.95
Pipe p52	108.39	40.8	0.71	0.54	11.22
Pipe p58	19.46	60	2.58	0.91	26.43
Pipe p59	73.04	34	0.25	0.28	4.11
Pipe p60	15.83	60	2.03	0.72	16.47
Pipe p61	72.85	34	0.22	0.24	3.20
Pipe p62	15.22	60	1.50	0.53	9.11
Pipe p63	69.9	34	0.22	0.24	3.20
Pipe p64	19.38	60	0.06	0.02	0.02
Pipe p65	14.90	34	1.28	1.41	86.71
Pipe p66	64.5	76.8	12.71	2.74	111.25
Pipe p68	20.54	51.4	-0.50	0.24	1.89
Pipe p69	49.38	32.6	0.15	0.18	2.12
Pipe p70	21.34	51.4	-0.96	0.46	6.16
Pipe p71	52.10	32.6	0.16	0.19	2.33
Pipe p72	20.53	51.4	-1.39	0.67	12.40
Pipe p73	48.9	32.6	0.15	0.18	2.08
Pipe p74	20.64	51.4	-0.06	0.03	0.04
Pipe p75	96.29	76.8	2.52	0.54	5.06
Pipe p76	6.22	53.6	1.64	0.72	13.61
Pipe p77	20.91	53.6	1.29	0.57	8.69
Pipe p78	42.41	34	0.13	0.15	1.32

Pipe p79	22.29	53.6	0.89	0.39	4.35
Pipe p80	42.88	34	0.13	0.15	1.35
Pipe p81	23.57	53.6	0.48	0.21	1.43
Pipe p82	42.4	34	0.13	0.15	1.32
Pipe p83	22.65	53.6	0.07	0.03	0.04
Pipe p84	42.55	34	0.13	0.15	1.33
Pipe p85	54.88	34	0.17	0.19	2.08
Pipe p86	19.60	76.8	4.54	0.98	15.28
Pipe p88	49.09	32.6	0.15	0.18	2.10
Pipe p89	45.16	76.8	0.14	0.03	0.02
Pipe p90	87.44	73.6	1.67	0.39	2.91
Pipe p91	65.29	34	0.20	0.22	2.83
Pipe p94	60.33	125	14.79	1.21	17.39
Pipe p95	126.95	32.6	0.40	0.47	11.68
Pipe p96	99.69	90	7.06	1.11	15.87
Pipe p98	66.67	40.8	0.21	0.16	1.21
Pipe p99	78.93	42.6	0.25	0.17	1.32
Pipe p100	2.53	42.6	1.08	0.76	20.01
Pipe p101	56.56	34	-0.18	0.19	2.19
Pipe p103	49.72	34	0.15	0.17	1.75
Pipe p104	80.76	51.4	-0.25	0.12	0.56
Pipe p105	84.76	150	3.73	0.21	0.47
Pipe p106	31.60	150	1.88	0.11	0.13
Pipe p107	97.19	80	0.30	0.06	0.10
Pipe p110	663.62	102.2	13.64	1.66	29.44
Pipe p111	40.22	125	-11.99	0.98	11.50
Pipe p114	66.21	150	24.76	1.40	18.49
Pipe p115	46.37	150	23.90	1.35	17.26
Pipe p116	120.74	51.4	0.38	0.18	1.13
Pipe p117	61.83	150	22.81	1.29	15.74
Pipe p118	101.82	100	0.32	0.04	0.04
Pipe p120	31.71	150	0.70	0.04	0.02
Pipe p122	97.45	125	7.24	0.59	4.28
Pipe p124	21.21	32.6	0.07	0.08	0.29
Pipe p125	25.58	32.6	1.00	1.20	67.08
Pipe p127	185.96	90	0.58	0.09	0.16
Pipe p128	73.84	76.8	3.32	0.72	8.43
Pipe p129	138.16	76.8	11.14	2.41	86.07
Pipe p130	25.52	76.8	4.64	1.00	15.93
Pipe p131	23.29	76.8	5.20	1.12	19.78
Pipe p132	30.94	76.8	6.38	1.38	29.28
Pipe p133	61.80	34	0.19	0.21	2.56
Pipe p134	52.89	51.4	3.14	1.51	58.24
Pipe p135	115.10	51.4	0.36	0.17	1.04
Pipe p136	61.79	51.4	2.06	1.00	26.14
Pipe p137	104.07	51.4	0.32	0.16	0.87
Pipe p138	31.19	150	45.74	2.59	62.38
Pipe p139	2.253	150	29.93	1.69	26.91
Pipe p144	31.87	51.4	0.10	0.05	0.07
Pipe p149	41.99	51.4	-1.63	0.79	16.77
Pipe p150	2.66	51.4	0.53	0.25	2.08
Pipe p152	52.98	51.4	0.16	0.08	0.27
Pipe 6	13.92	73.6	-4.08	0.96	15.48

Pipe 7	75.90	73.6	-4.96	1.17	22.48
Pipe 8	62.78	90	-5.39	0.85	9.51
Pipe 9	54.28	40.8	2.25	1.72	100.11
Pipe 11	106.33	40.8	0.33	0.25	2.79
Pipe 14	43.04	80	0.42	0.08	0.19
Pipe 15	133.38	125	-1.76	0.14	0.29
Pipe 17	54.30	34	0.17	0.19	2.05
Pipe 10	188.95	90	7.55	1.19	18.04
Pipe 12	150.89	90	6.49	1.02	13.52
Pipe 18	187.68	90	5.44	0.85	9.65
Pipe 20	104.74	42.6	1.60	1.13	41.98
Pipe 21	136.76	42.6	0.85	0.60	12.72
Pipe 22	151.94	42.6	-0.39	0.27	2.96
Pipe 23	127.59	42.6	-1.26	0.88	26.38
Pipe 24	166.16	106.6	2.84	0.32	1.23
Pipe 25	203.22	106.6	1.69	0.19	0.48
Pipe 26	169.14	106.6	0.53	0.06	0.06
Pipe 27	161.79	150	26.33	1.49	20.89
Pipe 28	72.34	150	25.60	1.45	19.76
Pipe 31	104.56	42.6	0.69	0.48	8.54
Pipe 32	146.67	42.6	-0.10	0.07	0.17
Pipe 33	55.84	125	11.69	0.95	10.95
Pipe 34	76.28	125	11.28	0.92	10.20
Pipe 36	121.11	64	0.38	0.12	0.39
Pipe 19	188.07	80	-0.89	0.18	0.76
Pipe 39	16.19	34	0.85	0.93	39.39
Pipe 40	73.27	34	0.23	0.25	3.48
Pipe 42	138.68	125	10.61	0.86	9.05
Pipe 43	157.30	125	7.93	0.65	5.11
Pipe 44	61.99	34	0.19	0.21	2.58
Pipe 45	4.84	34	0.71	0.78	28.20
Pipe 52	227.61	100	0.71	0.09	0.16
Pipe 55	181.92	40.8	0.18	0.14	0.98
Pipe 57	99.46	100	-1.37	0.17	0.55
Pipe 58	97.62	100	-1.99	0.25	1.12
Pipe 59	93.13	100	-2.58	0.33	1.84
Pipe 60	184.21	100	6.36	0.81	10.64
Pipe 61	196.64	100	5.18	0.66	7.11
Pipe 62	87.16	100	4.29	0.55	4.93
Pipe 63	105.14	90	2.50	0.39	2.25
Pipe 64	185.66	90	1.54	0.24	0.93
Pipe 65	89.10	90	0.69	0.11	0.22
Pipe 66	95.65	150	16.79	0.95	8.61
Pipe 67	69.75	150	16.28	0.92	8.10
Pipe 1	24.84	200	45.84	1.46	13.86
Pipe 2	28.83	200	3.30	0.10	0.08
Pipe 4	35.65	200	12.12	0.39	1.02
Pipe 5	35.55	200	31.92	1.02	4.98
Pipe 29	166.41	76.8	18.70	4.04	236.75
Pipe 30	60.16	76.8	15.08	3.26	155.32
Pipe 37	85.66	200	0.80	0.03	0.01
Pipe 47	131.41	90	0.00	0.00	0.00
Pipe 48	191.83	90	4.25	0.67	6.07

Pipe 49	96.00	90	3.12	0.49	3.41
Pipe 56	137.64	51.4	2.28	1.10	31.66
Pipe 68	15.01	40.8	0.05	0.04	0.07
Pipe 69	136.72	40.8	1.18	0.90	29.01
Pipe 70	54.96	100	2.53	0.32	1.77
Pipe 71	30.85	100	1.51	0.19	0.67
Pipe 72	103.46	51.4	0.32	0.16	0.86
Pipe 73	72.81	73.6	7.68	1.81	52.07
Pipe 74	3.70	73.6	1.64	0.39	2.82
Pipe 75	94.24	73.6	0.60	0.14	0.46
Pipe 76	49.84	40.8	0.16	0.12	0.73
Pipe 77	100.39	40.8	0.31	0.24	2.52
Pipe 78	28.30	100	-3.88	0.49	4.05
Pipe 80	119.64	40.8	0.44	0.34	4.63
Pipe 82	96.72	64	1.06	0.33	2.50
Pipe 83	98.02	64	2.99	0.93	17.43
Pipe 35	239.52	100	-0.90	0.11	0.25
Pipe 46	48.08	100	3.87	0.49	4.04
Pipe 50	15.54	100	3.56	0.45	3.44
Pipe 16	43.78	42.4	-1.79	1.27	53.00
Pipe 3	222.91	40.8	0.82	0.62	14.62
Pipe 41	8.84	125	5.66	0.46	2.65
Pipe 53	171.28	125	4.18	0.34	1.48
Pipe 54	113.68	76.8	23.43	5.06	368.86
Pipe 79	67.32	76.8	22.76	4.91	348.59
Pipe 81	60.97	40.8	1.00	0.77	21.38

Annexe 08

Tableau qui résume la pression de réseau a l'horizon actuel (pointe+incendie).

	Elevation	Head	Pressure
Node ID	m	m	m
Junc n2	179	229.23	50.23
Junc n3	170	229.21	59.21
Junc n9	173	198.91	25.91
Junc n10	179	198.79	19.79
Junc n13	166	198.77	32.77
Junc n14	164.6	198.77	34.17
Junc n16	168	198.77	30.77
Junc n17	166	198.77	32.77
Junc n18	165.8	198.77	32.97
Junc n20	167	198.77	31.77
Junc n21	167	198.81	31.81
Junc n22	171	198.77	27.77
Junc n23	169.2	198.78	29.58
Junc n24	161	198.78	37.78
Junc n25	166	229.21	63.21
Junc n26	166	229.21	63.21
Junc n27	165	198.78	33.78
Junc n31	187.2	218.38	31.18
Junc n33	187	198.98	11.98
Junc n35	173.5	218.64	45.14
Junc n37	156	189.39	33.39
Junc n38	182	229.58	47.58
Junc n42	189.4	229.58	40.18
Junc n44	163	198.77	35.77
Junc n45	189	229.65	40.65
Junc n46	169	228.75	59.75
Junc n47	179	228.74	49.74
Junc n50	171	228.91	57.91
Junc n51	172	228.84	56.84
Junc n53	182	228.78	46.78
Junc n54	172	228.83	56.83
Junc n57	186	228.77	42.77
Junc n58	195	229.35	34.35
Junc n59	209	229.34	20.34
Junc n60	189	229.32	40.32
Junc n61	192	229.13	37.13
Junc n62	206	229.32	23.32
Junc n63	200	229.76	29.76
Junc n66	185	229.58	44.58
Junc n67	186	229.58	43.58
Junc n69	187	229.58	42.58
Junc n70	176	229.57	53.57
Junc n72	172	203.59	31.59
Junc n73	170.4	190.80	20.40
Junc n74	172.7	190.83	18.13
Junc n75	170.2	190.80	20.60
Junc n76	165	190.05	25.05

Junc n77	165	189.97	24.97
Junc n78	187	229.14	42.14
Junc n79	176	229.10	53.10
Junc n81	0.589	218.97	218.38
Junc n82	177	203.63	26.63
Junc n83	171	203.58	32.58
Junc n84	159	203.58	44.58
Junc n85	171	203.57	32.57
Junc n86	159	203.57	44.57
Junc n87	170	203.56	33.56
Junc n88	160	203.56	43.56
Junc n89	169	203.56	34.56
Junc n90	160	203.51	43.51
Junc n92	161	203.49	42.49
Junc n93	168	203.52	35.52
Junc n94	169	190.78	21.78
Junc n95	169.3	190.78	21.48
Junc n96	163	190.78	27.78
Junc n97	169.4	190.79	21.39
Junc n98	164	190.78	26.78
Junc n99	164	190.79	26.79
Junc n100	168.7	190.78	22.08
Junc n101	171.4	190.08	18.68
Junc n102	172.8	190.06	17.26
Junc n103	170.8	190.08	19.28
Junc n104	171.2	190.07	18.87
Junc n105	166.3	190.07	23.77
Junc n106	171.8	190.07	18.27
Junc n107	167	190.07	23.07
Junc n108	172.5	190.07	17.57
Junc n109	167.5	190.06	22.56
Junc n110	172.6	190.07	17.47
Junc n111	168	190.06	22.06
Junc n112	167	203.49	36.49
Junc n113	161	203.49	42.49
Junc n114	172.5	190.09	17.59
Junc n115	159	46.64	-112.36
Junc n116	164	190.79	26.79
Junc n117	172.8	190.06	17.26
Junc n118	178	228.80	50.80
Junc n119	176	228.79	52.79
Junc n120	178	228.69	50.69
Junc n121	190	228.55	38.55
Junc n122	190	229.53	39.53
Junc n123	190	229.49	39.49
Junc n124	189	229.47	40.47
Junc n125	180	229.43	49.43
Junc n127	196.5	229.41	32.91
Junc n128	195	229.34	34.34
Junc n129	199	229.76	30.76
Junc n130	206	229.34	23.34
Junc n131	164	189.41	25.41
Junc n132	163.2	189.41	26.21

Junc n133	161	189.41	28.41
Junc n134	161	189.40	28.40
Junc n135	164	189.41	25.41
Junc n136	161	189.40	28.40
Junc n137	191	229.72	38.72
Junc n140	186	229.58	43.58
Junc n141	187	229.58	42.58
Junc n142	220	229.93	9.93
Junc n147	192.24	229.29	37.05
Junc n148	191	199.00	8.00
Junc n149	180	229.46	49.46
Junc n151	192	229.72	37.72
Junc n152	185	229.69	44.69
Junc n153	193	229.69	36.69
Junc n154	200	229.65	29.65
Junc n156	187	229.47	42.47
Junc n158	198	229.43	31.43
Junc n159	205	229.43	24.43
Junc n160	176	228.81	52.81
Junc n161	178	228.54	50.54
Junc n162	170	228.81	58.81
Junc n163	177	228.80	51.80
Junc n164	173	228.75	55.75
Junc n165	220	229.99	9.99
Junc n166	220	229.93	9.93
Junc n170	185	229.91	44.91
Junc n172	168	198.81	30.81
Junc n175	171.8	198.84	27.04
Junc n177	164.5	198.77	34.27
Junc n178	192	204.00	12.00
Junc n179	190	203.77	13.77
Junc n181	197	203.62	6.62
Junc n183	166	189.43	23.43
Junc n185	163	189.43	26.43
Junc 6	175.4	218.77	43.37
Junc 7	172	218.51	46.51
Junc 8	204	229.81	25.81
Junc 9	215	229.92	14.92
Junc 10	202	229.92	27.92
Junc 11	173	228.78	55.78
Junc 12	187	228.61	41.61
Junc 13	182	228.56	46.56
Junc 14	171	229.18	58.18
Junc 15	189	218.40	29.40
Junc 16	179	198.95	19.95
Junc 17	188	203.77	15.77
Junc 18	162	189.42	27.42
Junc 19	162	189.39	27.39
Junc 20	160	115.23	-44.77
Junc 21	194	229.55	35.55
Junc 22	173	229.17	56.17
Junc 23	178	229.35	51.35
Junc 24	184	218.39	34.39

Junc 25	183	218.39	35.39
Junc 26	177	229.26	52.26
Junc 27	170	229.19	59.19
Junc 1	173	191.65	18.65
Junc 2	173	229.17	56.17
Junc 3	170	218.41	48.41
Junc 4	162	189.39	27.39
Junc 5	157	189.15	32.15
Junc 31	160	170.50	10.50
Junc 34	160	170.50	10.50
Junc 35	165	189.43	24.43
Junc 36	165	189.43	24.43
Junc 37	198	203.44	5.44
Junc 39	197	203.78	6.78
Junc 40	170	189.41	19.41
Junc 41	170	229.21	59.21
Junc 30	179	198.79	19.79
Junc 42	173	197.78	24.78
Junc 43	176	209.12	33.12
Resvr 28	219	219.00	0.00
Resvr 29	199	199.00	0.00
Resvr 32	230	230.00	0.00
Resvr 33	204	204.00	0.00

Annexe 09

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	p30	160,12	0,00982	1,572	2,222
	p15	104,53	0,00982	1,026	
n24	19	188,07	0,00982	1,846	
	14	43,04	0,00982	0,423	0,439
n25	p16	46,41	0,00982	0,456	
n26	p16	46,41	0,00982	0,456	0,228
	15	133,38	0,00982	1,309	2,419
	19	188,07	0,00982	1,846	
n27	53	171,28	0,00982	1,682	
	47	131,41	0,00982	1,290	1,082
n31	65	89,1	0,00982	0,875	
	33	55,84	0,00982	0,548	0,472
n33	p111	40,22	0,00982	0,395	
	12	150,89	0,00982	1,481	1,662
n35	18	187,68	0,00982	1,843	
n37	52	227,61	0,00982	2,235	1,117
	p45	159,62	0,00982	1,567	1,172
n38	p47	79,06	0,00982	0,776	
	66	95,65	0,00982	0,939	1,598
	p105	84,76	0,00982	0,832	
n42	p31	145,03	0,00982	1,424	
n44	p30	160,12	0,00982	1,572	0,786
	p31	145,03	0,00982	1,424	1,515
	p117	61,83	0,00982	0,607	
n45	p118	101,82	0,00982	1,000	
	p32	196,55	0,00982	1,930	1,779
	p136	61,79	0,00982	0,607	
n46	p137	104,07	0,00982	1,022	
n47	p32	196,55	0,00982	1,930	0,965
	p34	54,1	0,00982	0,531	1,203
	p134	52,89	0,00982	0,519	
n50	p129	138,16	0,00982	1,356	
	p34	54,1	0,00982	0,531	0,887
	p132	30,94	0,00982	0,304	
n51	p36	95,6	0,00982	0,939	
	p130	25,52	0,00982	0,251	1,062
	p38	44,08	0,00982	0,433	
n53	32	146,67	0,00982	1,440	
n54	p36	95,6	0,00982	0,939	0,469
	16	43,78	0,00982	0,430	0,753
	20	104,74	0,00982	1,028	
n57	38	4,9	0,00982	0,048	
N oued	**tronçon**	**longueur (m)**	**qsp (l/s/ml)**	**Qr (l/s)**	**Qn (l/s)**

n59	p39	96,73	0,00982	0,950	0,475
	9	54,28	0,00982	0,533	1,155
	p41	107,16	0,00982	1,052	
n60	p128	73,84	0,00982	0,725	
n61	11	106,33	0,00982	1,044	0,522
n62	p41	107,16	0,00982	1,052	0,526
	28	72,34	0,00982	0,710	1,007
	p98	66,67	0,00982	0,655	
n63	p114	66,21	0,00982	0,650	
n66	p43	157,3	0,00982	1,544	0,772
	p43	157,3	0,00982	1,544	1,083
	p120	31,71	0,00982	0,311	
n67	p106	31,6	0,00982	0,310	
	p105	84,76	0,00982	0,832	1,355
	p106	31,6	0,00982	0,310	
n69	p45	159,62	0,00982	1,567	
n70	p47	79,06	0,00982	0,776	0,388
	p48	34,83	0,00982	0,342	0,625
	p58	19,46	0,00982	0,191	
n72	p59	73,04	0,00982	0,717	
	p49	31,17	0,00982	0,306	0,173
n73	p50	4,165	0,00982	0,041	
	30	60,16	0,00982	0,591	0,765
	p49	31,17	0,00982	0,306	
n74	p66	64,5	0,00982	0,633	
	p50	4,165	0,00982	0,041	0,362
	p72	20,53	0,00982	0,202	
n75	p88	49,09	0,00982	0,482	
	p51	224,54	0,00982	2,204	1,531
n76	p90	87,44	0,00982	0,858	
n77	p51	224,54	0,00982	2,204	1,102
	9	54,28	0,00982	0,533	1,906
	11	106,33	0,00982	1,044	
n78	p52	227,61	0,00982	2,235	
n79	p52	227,61	0,00982	2,235	1,117
	10	188,95	0,00982	1,855	1,486
n81	54	113,68	0,00982	1,116	
	29	166,41	0,00982	1,634	1,318
	79	67,32	0,00982	0,661	
n82	p48	34,83	0,00982	0,342	
	p58	19,46	0,00982	0,191	0,531
	p60	15,83	0,00982	0,155	
n83	p61	72,85	0,00982	0,715	
n84	p59	73,04	0,00982	0,717	0,394
	p60	15,83	0,00982	0,155	

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
	p62	15,22	0,00982	0,149	
n85	p63	69,9	0,00982	0,686	0,496
n86	p61	72,85	0,00982	0,715	0,358
	p62	15,22	0,00982	0,149	
	p64	19,38	0,00982	0,190	
n87	p65	14,9	0,00982	0,146	0,243
n88	p63	69,9	0,00982	0,686	0,343
n89	p64	19,38	0,00982	0,190	0,095
n90	17	54,3	0,00982	0,533	0,267
n92	40	73,27	0,00982	0,719	0,360
	17	54,3	0,00982	0,533	
	39	16,19	0,00982	0,159	
n93	p65	14,9	0,00982	0,146	0,419
	p68	20,54	0,00982	0,202	
	p69	49,38	0,00982	0,485	
n94	p74	20,64	0,00982	0,203	0,445
	p68	20,54	0,00982	0,202	
	p70	21,34	0,00982	0,210	
n95	p71	52,1	0,00982	0,512	0,461
n96	p69	49,38	0,00982	0,485	0,242
	p70	21,34	0,00982	0,210	
	p72	20,53	0,00982	0,202	
n97	p73	48,9	0,00982	0,480	0,446
n98	p71	52,1	0,00982	0,512	0,256
n99	p73	48,9	0,00982	0,480	0,240
n100	p74	20,64	0,00982	0,203	0,101
	p75	96,29	0,00982	0,945	
	p76	6,22	0,00982	0,061	
n101	p86	19,6	0,00982	0,192	0,599
	p75	96,29	0,00982	0,945	
	p89	45,16	0,00982	0,443	
n102	p90	87,44	0,00982	0,858	1,124
	p76	6,22	0,00982	0,061	
	p77	20,91	0,00982	0,205	
n103	p78	42,41	0,00982	0,416	0,341
	p77	20,91	0,00982	0,205	
	p79	22,29	0,00982	0,219	
n104	p80	42,88	0,00982	0,421	0,423
n105	p78	42,41	0,00982	0,416	0,208
	p79	22,29	0,00982	0,219	
	p81	23,57	0,00982	0,231	
n106	p82	42,4	0,00982	0,416	0,433
n107	p80	42,88	0,00982	0,421	0,210
n108	p81	23,57	0,00982	0,231	0,436

	p83	22,65	0,00982	0,222	

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur (m)	qsp (l/s/ml)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
	p84	42,55	0,00982	0,418	
n109	p82	42,4	0,00982	0,416	0,208
n110	p83	22,65	0,00982	0,222	0,111
n111	p84	42,55	0,00982	0,418	0,209
	39	16,19	0,00982	0,159	
	40	73,27	0,00982	0,719	
n112	p85	54,88	0,00982	0,539	0,709
n113	p85	54,88	0,00982	0,539	0,269
	p66	64,5	0,00982	0,633	
	p86	19,6	0,00982	0,192	
n114	73	72,81	0,00982	0,715	0,770
n115	55	181,92	0,00982	1,786	0,289
n116	p88	49,09	0,00982	0,482	0,241
n117	p89	45,16	0,00982	0,443	0,222
	p91	65,29	0,00982	0,641	
	p130	25,52	0,00982	0,251	
n118	p131	23,29	0,00982	0,229	0,560
n119	p91	65,29	0,00982	0,641	0,321
	16	43,78	0,00982	0,430	
n120	23	127,59	0,00982	1,253	0,841
	21	136,76	0,00982	1,343	
	21	136,76	0,00982	1,343	
n121	p133	61,8	0,00982	0,607	1,646
	67	69,75	0,00982	0,685	
	p94	60,33	0,00982	0,592	
n122	p125	25,58	0,00982	0,251	0,764
	p94	60,33	0,00982	0,592	
n123	p122	97,45	0,00982	0,957	0,775
	p95	126,95	0,00982	1,246	
	p124	21,21	0,00982	0,208	
n124	p125	25,58	0,00982	0,251	0,853
n125	p95	126,95	0,00982	1,246	0,623
	7	75,9	0,00982	0,745	
n127	8	62,78	0,00982	0,616	0,681
	6	13,92	0,00982	0,137	
	p99	78,93	0,00982	0,775	
n128	p128	73,84	0,00982	0,725	0,818
n129	p98	66,67	0,00982	0,655	0,327
n130	p99	78,93	0,00982	0,775	0,387
	70	54,96	0,00982	0,540	
	78	28,3	0,00982	0,278	
n131	p100	2,53	0,00982	0,025	0,421
n132	45	4,48	0,00982	0,044	0,312

	p100	2,53	0,00982	0,025	
	p101	56,56	0,00982	0,555	

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
n133	p101	56,56	0,00982	0,555	0,278
n134	44	61,99	0,00982	0,609	0,304
	44	61,99	0,00982	0,609	
	p103	49,72	0,00982	0,488	
n135	45	4,84	0,00982	0,048	0,572
n136	p103	49,72	0,00982	0,488	0,244
n137	p104	80,76	0,00982	0,793	0,396
n140	p107	97,19	0,00982	0,954	0,633
	p120	31,71	0,00982	0,311	
n141	p107	97,19	0,00982	0,954	0,477
	24	166,16	0,00982	1,631	
	7	75,9	0,00982	0,745	
n142	p139	2,253	0,00982	0,022	1,199
	p110	663,62	0,00982	6,515	
n147	p129	138,16	0,00982	1,356	3,936
n148	p111	40,22	0,00982	0,395	0,197
	p122	97,45	0,00982	0,957	
n149	60	184,21	0,00982	1,809	1,383
	p104	80,76	0,00982	0,793	
	p114	66,21	0,00982	0,650	
n151	p115	46,37	0,00982	0,455	0,949
	p115	46,37	0,00982	0,455	
	p116	120,74	0,00982	1,185	
n152	p117	61,83	0,00982	0,607	1,124
n153	p116	120,74	0,00982	1,185	0,593
n154	p118	101,82	0,00982	1,000	0,500
n156	p124	21,21	0,00982	0,208	0,104
	8	62,78	0,00982	0,616	
	p96	99,69	0,00982	0,979	
n158	p127	185,96	0,00982	1,826	1,710
n159	p127	185,96	0,00982	1,826	0,913
	31	104,56	0,00982	1,027	
	p131	23,29	0,00982	0,229	
n160	p132	30,94	0,00982	0,304	0,779
n161	p133	61,8	0,00982	0,607	0,303
	p134	52,89	0,00982	0,519	**n85**
	p135	115,1	0,00982	1,130	**n85**
n162	p136	61,79	0,00982	0,607	**n85**
n163	p135	115,1	0,00982	1,130	0,565
n164	p137	104,07	0,00982	1,022	0,511
n165	p138	31,19	0,00982	0,306	0,153
n166	p139	2,253	0,00982	0,022	3,422

	p138	31,19	0,00982	0,306	
	p110	663,62	0,00982	6,515	
n170	26	169,14	0,00982	1,661	0,830

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
n172	p144	31,87	0,00982	0,313	0,156
	p149	41,99	0,00982	0,412	
	42	138,68	0,00982	1,362	
n175	43	157,3	0,00982	1,544	1,659
n177	p152	52,98	0,00982	0,520	0,260
n178	83	98,02	0,00982	0,962	0,481
n179	36	121,11	0,00982	1,189	0,595
	80	119,64	0,00982	1,175	
n181	81	60,91	0,00982	0,598	0,886
	75	94,24	0,00982	0,925	
n183	76	49,84	0,00982	0,489	0,707
n185	76	49,84	0,00982	0,489	0,245
	10	188,95	0,00982	1,855	
6	12	150,89	0,00982	1,481	1,668
	48	191,83	0,00982	1,883	
7	18	187,68	0,00982	1,843	1,863
	27	161,79	0,00982	1,588	
8	28	72,34	0,00982	0,710	1,149
	24	166,16	0,00982	1,631	
9	25	203,22	0,00982	1,995	1,813
	25	203,22	0,00982	1,995	
10	26	169,14	0,00982	1,661	1,828
	31	104,56	0,00982	1,027	
11	32	146,67	0,00982	1,440	1,233
	20	104,74	0,00982	1,028	
12	21	136,76	0,00982	1,343	1,185
	22	151,94	0,00982	1,492	
13	23	127,59	0,00982	1,253	1,372
	57	99,46	0,00982	0,976	
14	58	97,62	0,00982	0,958	0,967
	49	96	0,00982	0,943	
15	63	105,14	0,00982	1,032	0,987
	33	55,84	0,00982	0,548	
16	34	76,28	0,00982	0,749	0,649
	36	121,11	0,00982	1,189	
17	82	96,72	0,00982	0,950	1,069
18	77	100,39	0,00982	0,986	0,493
	52	227,61	0,00982	2,235	
19	71	30,85	0,00982	0,303	1,269
	55	181,92	0,00982	1,786	
20	69	136,72	0,00982	1,342	1,564

	66	95,65	0,00982	0,939	
21	67	69,75	0,00982	0,685	0,812
	37	85,66	0,00982	0,841	
22	57	99,46	0,00982	0,976	0,909

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	tronçon	longueur	qsp	Qr	Qn
		(m)	(l/s/ml)	(l/s)	(l/s)
	60	184,21	0,00982	1,809	
23	61	196,64	0,00982	1,931	1,870
	64	185,66	0,00982	1,823	
24	65	89,1	0,00982	0,875	1,349
	36	121,11	0,00982	1,189	
25	64	185,66	0,00982	1,823	1,506
	61	196,64	0,00982	1,931	
26	62	87,16	0,00982	0,856	1,393
	58	97,62	0,00982	0,958	
27	59	93,13	0,00982	0,914	0,936
	29	166,41	0,00982	1,634	
	30	60,16	0,00982	0,591	
1	56	137,72	0,00982	1,352	1,788
	37	85,66	0,00982	0,841	
2	47	131,41	0,00982	1,290	1,066
	48	191,83	0,00982	1,883	
	49	96	0,00982	0,943	
3	51	20,4	0,00982	0,200	1,513
	70	54,96	0,00982	0,540	
	71	30,85	0,00982	0,303	
4	72	103,46	0,00982	1,016	0,929
5	72	103,46	0,00982	1,016	0,508
31	68	15,01	0,00982	0,147	0,074
	56	137,64	0,00982	1,351	
	68	15,01	0,00982	0,147	
34	69	136,72	0,00982	1,342	1,420
	35	239,52	0,00982	2,352	
	73	72,81	0,00982	0,715	
	74	3,7	0,00982	0,036	
35	78	28,3	0,00982	0,278	1,690
	74	3,7	0,00982	0,036	
	75	94,24	0,00982	0,925	
36	77	100,39	0,00982	0,986	0,974
37	80	119,64	0,00982	1,175	0,587
	81	60,97	0,00982	0,599	
	82	96,72	0,00982	0,950	
39	83	98,02	0,00982	0,962	1,255
	35	239,52	0,00982	2,352	
40	38	4,9	0,00982	0,048	1,200
41	46	48,08	0,00982	0,472	0,412

	50	15,54	0,00982	0,153	
	51	20,4	0,00982	0,200	
	41	8,84	0,00982	0,087	
30	53	171,28	0,00982	1,682	0,884
42	3	222,91	0,00982	2,188	1,094

Tableau. III.7 : Calcul dés débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2043) (suite).

N oued	**tronçon**	**longueur**	**qsp**	**Qr**	**Qn**
		(m)	**(l/s/ml)**	**(l/s)**	**(l/s)**
	54	113,68	0,00982	1,116	
43	79	67,32	0,00982	0,661	0,889
			Totale		**144,103433**

Annexe 10

Tableau qui résume l'état physique et les conditions hydrauliques de chaque traçons de réseau a l'horizon 2053 (pointe).

	longueur	Diamètre	débit	vitesse	Pertes
Link ID	**m**	**mm**	**LPS**	**m/s**	**m/km**
Pipe p7	31.41	51.4	-0.94	0.46	6.04
Pipe p8	30.59	51.4	0.13	0.06	0.16
Pipe p9	71.56	51.4	-0.03	0.01	0.02
Pipe p10	28.27	51.4	0.50	0.24	1.91
Pipe p11	64.50	51.4	0.24	0.11	0.50
Pipe p12	139.60	51.4	-0.48	0.23	1.73
Pipe p13	46.61	51.4	0.08	0.04	0.05
Pipe p14	21.45	51.4	0.34	0.16	0.95
Pipe p15	104.53	80	0.54	0.11	0.30
Pipe p16	46.41	50	0.08	0.04	0.05
Pipe p30	160.12	51.4	0.26	0.13	0.61
Pipe p31	145.03	150	11.43	0.65	4.05
Pipe p32	196.55	51.4	0.32	0.16	0.87
Pipe p34	54.10	76.8	3.84	0.83	11.14
Pipe p36	95.60	34	0.16	0.17	1.82
Pipe p38	44.08	76.8	2.05	0.44	3.45
Pipe p39	96.73	42.6	0.16	0.11	0.62
Pipe p41	107.16	53.6	0.18	0.08	0.25
Pipe p43	106.64	80	0.26	0.05	0.08
Pipe p45	159.62	80	0.53	0.10	0.29
Pipe p47	79.06	40.8	0.13	0.10	0.54
Pipe p48	34.83	60	1.72	0.61	11.94
Pipe p49	31.17	51.4	-1.00	0.48	6.70
Pipe p50	4.165	51.4	-0.94	0.45	5.99
Pipe p51	224.54	40.8	0.37	0.28	3.43
Pipe p52	108.39	40.8	0.38	0.29	3.52
Pipe p58	19.46	60	1.38	0.49	7.75
Pipe p59	73.04	34	0.13	0.15	1.33
Pipe p60	15.83	60	1.08	0.38	4.83
Pipe p61	72.85	34	0.12	0.13	1.13
Pipe p62	15.22	60	0.80	0.28	2.70
Pipe p63	69.9	34	0.12	0.13	1.05
Pipe p64	19.38	60	0.03	0.01	0.01
Pipe p65	14.90	34	0.68	0.75	26.14
Pipe p66	64.5	76.8	8.41	1.82	49.92
Pipe p68	20.54	51.4	-0.27	0.13	0.61
Pipe p69	49.38	32.6	0.08	0.10	0.54
Pipe p70	21.34	51.4	-0.51	0.24	1.93
Pipe p71	52.10	32.6	0.09	0.10	0.64
Pipe p72	20.53	51.4	-0.74	0.36	3.83
Pipe p73	48.9	32.6	0.08	0.10	0.52
Pipe p74	20.64	51.4	-0.03	0.02	0.02
Pipe p75	96.29	76.8	1.34	0.29	1.57
Pipe p76	6.22	53.6	0.87	0.38	4.19
Pipe p77	20.91	53.6	0.68	0.30	2.71
Pipe p78	42.41	34	0.07	0.08	0.26
Pipe p79	22.29	53.6	0.47	0.21	1.38

Pipe p80	42.88	34	0.07	0.08	0.27
Pipe p81	23.57	53.6	0.25	0.11	0.47
Pipe p82	42.4	34	0.07	0.08	0.26
Pipe p83	22.65	53.6	0.04	0.02	0.02
Pipe p84	42.55	34	0.07	0.08	0.27
Pipe p85	54.88	34	0.09	0.10	0.59
Pipe p86	19.60	76.8	2.41	0.52	4.64
Pipe p88	49.09	32.6	0.08	0.10	0.52
Pipe p89	45.16	76.8	0.07	0.02	0.01
Pipe p90	87.44	73.6	0.89	0.21	0.92
Pipe p91	65.29	34	0.11	0.12	0.93
Pipe p94	60.33	125	7.85	0.64	5.02
Pipe p95	126.95	32.6	0.21	0.25	3.69
Pipe p96	99.69	90	3.75	0.59	4.79
Pipe p98	66.67	40.8	0.11	0.08	0.35
Pipe p99	78.93	42.6	0.13	0.09	0.44
Pipe p100	2.53	42.6	0.58	0.40	6.19
Pipe p101	56.56	34	-0.09	0.10	0.64
Pipe p103	49.72	34	0.08	0.09	0.43
Pipe p104	80.76	51.4	-0.13	0.06	0.15
Pipe p105	84.76	150	1.98	0.11	0.14
Pipe p106	31.60	150	1.00	0.06	0.04
Pipe p107	97.19	80	0.16	0.03	0.02
Pipe p110	663.62	102.2	7.24	0.88	8.76
Pipe p111	40.22	125	-6.45	0.53	3.42
Pipe p114	66.21	150	13.14	0.74	5.31
Pipe p115	46.37	150	12.69	0.72	4.97
Pipe p116	120.74	51.4	0.20	0.10	0.37
Pipe p117	61.83	150	12.11	0.69	4.53
Pipe p118	101.82	100	0.17	0.02	0.01
Pipe p120	31.71	150	0.37	0.02	0.01
Pipe p122	97.45	125	3.84	0.31	1.26
Pipe p124	21.21	32.6	0.03	0.04	0.13
Pipe p125	25.58	32.6	0.53	0.64	20.27
Pipe p127	185.96	90	0.31	0.05	0.05
Pipe p128	73.84	76.8	1.76	0.38	2.59
Pipe p129	138.16	76.8	5.92	1.28	25.33
Pipe p130	25.52	76.8	2.47	0.53	4.85
Pipe p131	23.29	76.8	2.76	0.60	5.99
Pipe p132	30.94	76.8	3.39	0.73	8.78
Pipe p133	61.80	34	0.10	0.11	0.82
Pipe p134	52.89	51.4	1.67	0.80	17.41
Pipe p135	115.10	51.4	0.19	0.09	0.34
Pipe p136	61.79	51.4	1.10	0.53	7.94
Pipe p137	104.07	51.4	0.17	0.08	0.29
Pipe p138	31.19	150	24.28	1.37	17.79
Pipe p139	2.253	150	15.88	0.90	7.71
Pipe p144	31.87	51.4	0.05	0.03	0.03
Pipe p149	41.99	51.4	-0.88	0.42	5.31
Pipe p150	2.66	51.4	0.36	0.18	1.08
Pipe p152	52.98	51.4	0.09	0.04	0.05
Pipe 6	13.92	73.6	-2.17	0.51	4.70
Pipe 7	75.90	73.6	-2.63	0.62	6.78

Pipe 8	62.78	90	-2.86	0.45	2.90
Pipe 9	54.28	40.8	1.19	0.91	29.85
Pipe 11	106.33	40.8	0.18	0.13	0.91
Pipe 14	43.04	80	0.22	0.04	0.06
Pipe 15	133.38	125	-0.94	0.08	0.09
Pipe 17	54.30	34	0.09	0.10	0.57
Pipe 10	188.95	90	4.01	0.63	5.43
Pipe 12	150.89	90	3.45	0.54	4.09
Pipe 18	187.68	90	2.89	0.45	2.94
Pipe 20	104.74	42.6	0.85	0.60	12.72
Pipe 21	136.76	42.6	0.45	0.32	3.96
Pipe 22	151.94	42.6	-0.20	0.14	0.96
Pipe 23	127.59	42.6	-0.67	0.47	8.07
Pipe 24	166.16	106.6	1.51	0.17	0.39
Pipe 25	203.22	106.6	0.90	0.10	0.15
Pipe 26	169.14	106.6	0.28	0.03	0.02
Pipe 27	161.79	150	13.97	0.79	6.00
Pipe 28	72.34	150	13.59	0.77	5.68
Pipe 31	104.56	42.6	0.36	0.25	2.62
Pipe 32	146.67	42.6	-0.06	0.04	0.07
Pipe 33	55.84	125	6.29	0.51	3.26
Pipe 34	76.28	125	6.07	0.49	3.04
Pipe 36	121.11	64	0.20	0.06	0.13
Pipe 19	188.07	80	-0.47	0.09	0.23
Pipe 39	16.19	34	0.45	0.50	12.09
Pipe 40	73.27	34	0.12	0.13	1.14
Pipe 42	138.68	125	5.72	0.47	2.70
Pipe 43	157.30	125	4.28	0.35	1.54
Pipe 44	61.99	34	0.10	0.11	0.84
Pipe 45	4.84	34	0.38	0.42	8.73
Pipe 52	227.61	100	0.38	0.05	0.05
Pipe 55	181.92	40.8	14.55	11.13	3898.05
Pipe 57	99.46	100	-0.73	0.09	0.17
Pipe 58	97.62	100	-1.05	0.13	0.34
Pipe 59	93.13	100	-1.37	0.17	0.55
Pipe 60	184.21	100	3.38	0.43	3.10
Pipe 61	196.64	100	2.75	0.35	2.08
Pipe 62	87.16	100	2.28	0.29	1.45
Pipe 63	105.14	90	1.33	0.21	0.71
Pipe 64	185.66	90	0.82	0.13	0.30
Pipe 65	89.10	90	0.36	0.06	0.07
Pipe 66	95.65	150	8.92	0.50	2.49
Pipe 67	69.75	150	8.64	0.49	2.35
Pipe 1	24.84	200	24.37	0.78	4.00
Pipe 2	28.83	200	1.75	0.06	0.02
Pipe 4	35.65	200	6.52	0.21	0.31
Pipe 5	35.55	200	33.90	1.08	5.59
Pipe 29	166.41	76.8	26.04	5.62	454.37
Pipe 30	60.16	76.8	9.67	2.09	65.37
Pipe 37	85.66	200	0.42	0.01	0.00
Pipe 47	131.41	90	0.00	0.00	0.00
Pipe 48	191.83	90	2.26	0.35	1.87
Pipe 49	96.00	90	1.66	0.26	1.06

Pipe 56	137.64	51.4	15.66	7.55	1347.96
Pipe 68	15.01	40.8	0.02	0.02	0.04
Pipe 69	136.72	40.8	15.07	11.53	4183.15
Pipe 70	54.96	100	3.01	0.38	2.48
Pipe 71	30.85	100	0.80	0.10	0.20
Pipe 72	103.46	51.4	1.84	0.88	20.92
Pipe 73	72.81	73.6	5.74	1.35	29.74
Pipe 74	3.70	73.6	0.87	0.21	0.89
Pipe 75	94.24	73.6	0.32	0.08	0.15
Pipe 76	49.84	40.8	0.08	0.06	0.15
Pipe 77	100.39	40.8	0.17	0.13	0.82
Pipe 78	28.30	100	-3.73	0.47	3.75
Pipe 80	119.64	40.8	0.23	0.18	1.49
Pipe 82	96.72	64	0.56	0.17	0.80
Pipe 83	98.02	64	1.59	0.49	5.31
Pipe 35	239.52	100	-0.47	0.06	0.08
Pipe 46	48.08	100	2.05	0.26	1.19
Pipe 50	15.54	100	1.89	0.24	1.02
Pipe 16	43.78	42.4	-0.95	0.67	15.96
Pipe 3	222.91	40.8	0.43	0.33	4.55
Pipe 41	8.84	125	3.01	0.24	0.78
Pipe 53	171.28	125	2.22	0.18	0.44
Pipe 54	113.68	76.8	28.56	6.17	545.07
Pipe 79	67.32	76.8	28.21	6.09	531.89
Pipe 81	60.97	40.8	0.53	0.41	6.59

Annexe 11

Tableau qui résume les pressions de réseau a l'horizon 2053 (pointe)

	Elevation	Head	Pressure
Node ID	m	m	m
Junc n2	179	211.16	32.16
Junc n3	170	210.92	40.92
Junc n9	173	197.11	24.11
Junc n10	179	195.05	16.05
Junc n13	166	194.37	28.37
Junc n14	164.6	194.37	29.77
Junc n16	168	194.38	26.38
Junc n17	166	194.52	28.52
Junc n18	165.8	194.38	28.58
Junc n20	167	194.43	27.43
Junc n21	167	195.15	28.15
Junc n22	171	194.37	23.37
Junc n23	169.2	194.74	25.54
Junc n24	161	194.63	33.63
Junc n25	166	210.91	44.91
Junc n26	166	210.90	44.90
Junc n27	165	194.78	29.78
Junc n31	187.2	209.64	22.44
Junc n33	187	198.50	11.50
Junc n35	173.5	213.37	39.87
Junc n37	156	93.45	-62.55
Junc n38	182	217.62	35.62
Junc n42	189.4	217.80	28.40
Junc n44	163	194.33	31.33
Junc n45	189	219.84	30.84
Junc n46	169	191.59	22.59
Junc n47	179	191.05	12.05
Junc n50	171	196.28	25.28
Junc n51	172	194.26	22.26
Junc n53	182	192.49	10.49
Junc n54	172	193.72	21.72
Junc n57	186	191.99	5.99
Junc n58	195	211.48	16.48
Junc n59	209	211.30	2.30
Junc n60	189	210.64	21.64
Junc n61	192	204.91	12.91
Junc n62	206	210.56	4.56
Junc n63	200	222.84	22.84
Junc n66	185	217.73	32.73
Junc n67	186	217.76	31.76
Junc n69	187	217.77	30.77
Junc n70	176	217.49	41.49
Junc n72	172	152.00	-20.00
Junc n73	170.4	104.00	-66.40
Junc n74	172.7	104.68	-68.02
Junc n75	170.2	103.92	-66.28
Junc n76	165	96.47	-68.53

Junc n77	165	94.01	-70.99
Junc n78	187	205.21	18.21
Junc n79	176	203.99	27.99
Junc n81	0.589	218.82	218.23
Junc n82	177	153.42	-23.58
Junc n83	171	151.48	-19.52
Junc n84	159	151.70	-7.30
Junc n85	171	151.22	-19.78
Junc n86	159	151.25	-7.75
Junc n87	170	151.08	-18.92
Junc n88	160	151.00	-9.00
Junc n89	169	151.08	-17.92
Junc n90	160	149.68	-10.32
Junc n92	161	148.90	-12.10
Junc n93	168	149.79	-18.21
Junc n94	169	103.49	-65.51
Junc n95	169.3	103.53	-65.77
Junc n96	163	103.39	-59.61
Junc n97	169.4	103.66	-65.74
Junc n98	164	103.41	-60.59
Junc n99	164	103.56	-60.44
Junc n100	168.7	103.49	-65.21
Junc n101	171.4	97.21	-74.19
Junc n102	172.8	96.72	-76.08
Junc n103	170.8	97.12	-73.68
Junc n104	171.2	96.94	-74.26
Junc n105	166.3	97.07	-69.23
Junc n106	171.8	96.84	-74.96
Junc n107	167	96.88	-70.12
Junc n108	172.5	96.81	-75.69
Junc n109	167.5	96.79	-70.71
Junc n110	172.6	96.81	-75.79
Junc n111	168	96.75	-71.25
Junc n112	167	149.15	-17.85
Junc n113	161	149.04	-11.96
Junc n114	172.5	97.51	-74.99
Junc n115	159	105.52	-53.48
Junc n116	164	103.81	-60.19
Junc n117	172.8	96.72	-76.08
Junc n118	178	192.89	14.89
Junc n119	176	192.71	16.71
Junc n120	178	189.67	11.67
Junc n121	190	185.85	-4.15
Junc n122	190	216.42	26.42
Junc n123	190	215.37	25.37
Junc n124	189	214.70	25.70
Junc n125	180	213.22	33.22
Junc n127	196.5	213.19	16.69
Junc n128	195	211.27	16.27
Junc n129	199	222.76	23.76
Junc n130	206	211.16	5.16
Junc n131	164	93.60	-70.40
Junc n132	163.2	93.55	-69.65

Junc n133	161	93.43	-67.57
Junc n134	161	93.25	-67.75
Junc n135	164	93.41	-70.59
Junc n136	161	93.33	-67.67
Junc n137	191	221.57	30.57
Junc n140	186	217.76	31.76
Junc n141	187	217.75	30.75
Junc n142	220	227.65	7.65
Junc n147	192.24	208.17	15.93
Junc n148	191	198.96	7.96
Junc n149	180	214.95	34.95
Junc n151	192	221.62	29.62
Junc n152	185	220.81	35.81
Junc n153	193	220.68	27.68
Junc n154	200	219.84	19.84
Junc n156	187	214.69	27.69
Junc n158	198	213.79	15.79
Junc n159	205	213.76	8.76
Junc n160	176	193.36	17.36
Junc n161	178	185.70	7.70
Junc n162	170	193.20	23.20
Junc n163	177	193.08	16.08
Junc n164	173	191.50	18.50
Junc n165	220	229.66	9.66
Junc n166	220	227.71	7.71
Junc n170	185	227.34	42.34
Junc n172	168	195.15	27.15
Junc n175	171.8	195.86	24.06
Junc n177	164.5	194.36	29.86
Junc n178	192	204.00	12.00
Junc n179	190	202.00	12.00
Junc n181	197	200.99	3.99
Junc n183	166	93.66	-72.34
Junc n185	163	93.62	-69.38
Junc 6	175.4	215.41	40.01
Junc 7	172	211.56	39.56
Junc 8	204	224.27	20.27
Junc 9	215	227.44	12.44
Junc 10	202	227.35	25.35
Junc 11	173	192.46	19.46
Junc 12	187	187.59	0.59
Junc 13	182	186.30	4.30
Junc 14	171	210.63	39.63
Junc 15	189	210.07	21.07
Junc 16	179	197.89	18.89
Junc 17	188	202.05	14.05
Junc 18	162	93.45	-68.55
Junc 19	162	93.48	-68.52
Junc 20	160	105.70	-54.30
Junc 21	194	216.98	22.98
Junc 22	173	210.58	37.58
Junc 23	178	212.99	34.99
Junc 24	184	209.66	25.66

Junc 25	183	209.83	26.83
Junc 26	177	211.59	34.59
Junc 27	170	210.74	40.74
Junc 1	173	114.03	-58.97
Junc 2	173	210.58	37.58
Junc 3	170	210.40	40.40
Junc 4	162	93.50	-68.50
Junc 5	157	93.41	-63.59
Junc 31	160	109.67	-50.33
Junc 34	160	109.67	-50.33
Junc 35	165	93.72	-71.28
Junc 36	165	93.70	-71.30
Junc 37	198	200.43	2.43
Junc 39	197	202.29	5.29
Junc 40	170	93.66	-76.34
Junc 41	170	210.97	40.97
Junc 30	179	195.03	16.03
Junc 42	173	191.77	18.77
Junc 43	176	176.89	0.89

Annexe 12

Tableau qui résume l'état physique et les conditions hydrauliques de chaque traçons de réseau a l'horizon 2053 (pointe+incendie).

	longueur	Diamètre	débit	vitesse	Pertes
Link ID	**m**	**mm**	**LPS**	**m/s**	**m/km**
Pipe p7	31.41	51.4	-0.48	0.23	1.76
Pipe p8	30.59	51.4	0.10	0.05	0.06
Pipe p9	71.56	51.4	-0.30	0.14	0.75
Pipe p10	28.27	51.4	0.55	0.27	2.25
Pipe p11	64.50	51.4	-0.46	0.22	1.61
Pipe p12	139.60	51.4	-2.04	0.98	25.49
Pipe p13	46.61	51.4	0.15	0.07	0.20
Pipe p14	21.45	51.4	0.88	0.42	5.28
Pipe p15	104.53	80	9.11	1.81	69.73
Pipe p16	46.41	50	0.14	0.07	0.25
Pipe p30	160.12	51.4	14.95	7.20	1229.28
Pipe p31	145.03	150	21.54	1.22	14.05
Pipe p32	196.55	51.4	0.61	0.29	2.72
Pipe p34	54.10	76.8	7.24	1.56	37.35
Pipe p36	95.60	34	0.30	0.33	5.63
Pipe p38	44.08	76.8	3.87	0.84	11.29
Pipe p39	96.73	42.6	0.30	0.21	1.90
Pipe p41	107.16	53.6	0.33	0.15	0.75
Pipe p43	106.64	80	0.49	0.10	0.25
Pipe p45	159.62	80	0.99	0.20	0.93
Pipe p47	79.06	40.8	0.25	0.19	1.64
Pipe p48	34.83	60	3.23	1.14	41.00
Pipe p49	31.17	51.4	-1.88	0.91	21.95
Pipe p50	4.165	51.4	-1.77	0.85	19.59
Pipe p51	224.54	40.8	0.70	0.54	10.95
Pipe p52	108.39	40.8	0.71	0.54	11.22
Pipe p58	19.46	60	2.58	0.91	26.43
Pipe p59	73.04	34	0.25	0.28	4.11
Pipe p60	15.83	60	2.03	0.72	16.47
Pipe p61	72.85	34	0.22	0.24	3.20
Pipe p62	15.22	60	1.50	0.53	9.11
Pipe p63	69.9	34	0.22	0.24	3.20
Pipe p64	19.38	60	0.06	0.02	0.02
Pipe p65	14.90	34	1.28	1.41	86.71
Pipe p66	64.5	76.8	12.71	2.74	111.25
Pipe p68	20.54	51.4	-0.50	0.24	1.89
Pipe p69	49.38	32.6	0.15	0.18	2.12
Pipe p70	21.34	51.4	-0.96	0.46	6.16
Pipe p71	52.10	32.6	0.16	0.19	2.33
Pipe p72	20.53	51.4	-1.39	0.67	12.40
Pipe p73	48.9	32.6	0.15	0.18	2.08
Pipe p74	20.64	51.4	-0.06	0.03	0.04
Pipe p75	96.29	76.8	2.52	0.54	5.06
Pipe p76	6.22	53.6	1.64	0.72	13.61
Pipe p77	20.91	53.6	1.29	0.57	8.69
Pipe p78	42.41	34	0.13	0.15	1.32

Pipe p79	22.29	53.6	0.89	0.39	4.35
Pipe p80	42.88	34	0.13	0.15	1.35
Pipe p81	23.57	53.6	0.48	0.21	1.43
Pipe p82	42.4	34	0.13	0.15	1.32
Pipe p83	22.65	53.6	0.07	0.03	0.04
Pipe p84	42.55	34	0.13	0.15	1.33
Pipe p85	54.88	34	0.17	0.19	2.08
Pipe p86	19.60	76.8	4.54	0.98	15.28
Pipe p88	49.09	32.6	0.15	0.18	2.10
Pipe p89	45.16	76.8	0.14	0.03	0.02
Pipe p90	87.44	73.6	1.67	0.39	2.91
Pipe p91	65.29	34	0.20	0.22	2.83
Pipe p94	60.33	125	14.79	1.21	17.39
Pipe p95	126.95	32.6	0.40	0.47	11.68
Pipe p96	99.69	90	7.06	1.11	15.87
Pipe p98	66.67	40.8	0.21	0.16	1.21
Pipe p99	78.93	42.6	0.25	0.17	1.32
Pipe p100	2.53	42.6	1.08	0.76	20.01
Pipe p101	56.56	34	-0.18	0.19	2.19
Pipe p103	49.72	34	0.15	0.17	1.75
Pipe p104	80.76	51.4	-0.25	0.12	0.56
Pipe p105	84.76	150	3.73	0.21	0.47
Pipe p106	31.60	150	1.88	0.11	0.13
Pipe p107	97.19	80	0.30	0.06	0.10
Pipe p110	663.62	102.2	13.64	1.66	29.44
Pipe p111	40.22	125	-26.44	2.15	54.85
Pipe p114	66.21	150	24.76	1.40	18.49
Pipe p115	46.37	150	23.90	1.35	17.26
Pipe p116	120.74	51.4	0.38	0.18	1.13
Pipe p117	61.83	150	22.81	1.29	15.74
Pipe p118	101.82	100	0.32	0.04	0.04
Pipe p120	31.71	150	0.70	0.04	0.02
Pipe p122	97.45	125	7.24	0.59	4.28
Pipe p124	21.21	32.6	0.07	0.08	0.29
Pipe p125	25.58	32.6	1.00	1.20	67.08
Pipe p127	185.96	90	0.58	0.09	0.16
Pipe p128	73.84	76.8	3.32	0.72	8.43
Pipe p129	138.16	76.8	11.14	2.41	86.07
Pipe p130	25.52	76.8	4.64	1.00	15.93
Pipe p131	23.29	76.8	5.20	1.12	19.78
Pipe p132	30.94	76.8	6.38	1.38	29.28
Pipe p133	61.80	34	0.19	0.21	2.56
Pipe p134	52.89	51.4	3.14	1.51	58.24
Pipe p135	115.10	51.4	0.36	0.17	1.04
Pipe p136	61.79	51.4	2.06	1.00	26.14
Pipe p137	104.07	51.4	0.32	0.16	0.87
Pipe p138	31.19	150	45.74	2.59	62.38
Pipe p139	2.253	150	29.93	1.69	26.91
Pipe p144	31.87	51.4	0.10	0.05	0.07
Pipe p149	41.99	51.4	-2.80	1.35	46.82
Pipe p150	2.66	51.4	0.53	0.25	2.08
Pipe p152	52.98	51.4	0.16	0.08	0.27
Pipe 6	13.92	73.6	-4.08	0.96	15.48

Pipe 7	75.90	73.6	-4.96	1.17	22.48
Pipe 8	62.78	90	-5.39	0.85	9.51
Pipe 9	54.28	40.8	2.25	1.72	100.11
Pipe 11	106.33	40.8	0.33	0.25	2.79
Pipe 14	43.04	80	0.42	0.08	0.19
Pipe 15	133.38	125	-9.85	0.80	7.82
Pipe 17	54.30	34	0.17	0.19	2.05
Pipe 10	188.95	90	7.55	1.19	18.04
Pipe 12	150.89	90	6.49	1.02	13.52
Pipe 18	187.68	90	5.44	0.85	9.65
Pipe 20	104.74	42.6	1.60	1.13	41.98
Pipe 21	136.76	42.6	0.85	0.60	12.72
Pipe 22	151.94	42.6	-0.39	0.27	2.96
Pipe 23	127.59	42.6	-1.26	0.88	26.38
Pipe 24	166.16	106.6	2.84	0.32	1.23
Pipe 25	203.22	106.6	1.69	0.19	0.48
Pipe 26	169.14	106.6	0.53	0.06	0.06
Pipe 27	161.79	150	26.33	1.49	20.89
Pipe 28	72.34	150	25.60	1.45	19.76
Pipe 31	104.56	42.6	0.69	0.48	8.54
Pipe 32	146.67	42.6	-0.10	0.07	0.17
Pipe 33	55.84	125	26.14	2.13	53.62
Pipe 34	76.28	125	25.73	2.10	51.96
Pipe 36	121.11	64	0.38	0.12	0.39
Pipe 19	188.07	80	-7.25	1.44	44.31
Pipe 39	16.19	34	0.85	0.93	39.39
Pipe 40	73.27	34	0.23	0.25	3.48
Pipe 42	138.68	125	25.06	2.04	49.32
Pipe 43	157.30	125	21.21	1.73	35.43
Pipe 44	61.99	34	0.19	0.21	2.58
Pipe 45	4.84	34	0.71	0.78	28.20
Pipe 52	227.61	100	0.71	0.09	0.16
Pipe 55	181.92	40.8	0.18	0.14	0.98
Pipe 57	99.46	100	-1.37	0.17	0.55
Pipe 58	97.62	100	-1.99	0.25	1.12
Pipe 59	93.13	100	-2.58	0.33	1.84
Pipe 60	184.21	100	6.36	0.81	10.64
Pipe 61	196.64	100	5.18	0.66	7.11
Pipe 62	87.16	100	4.29	0.55	4.93
Pipe 63	105.14	90	2.50	0.39	2.25
Pipe 64	185.66	90	1.54	0.24	0.93
Pipe 65	89.10	90	0.69	0.11	0.22
Pipe 66	95.65	150	16.79	0.95	8.61
Pipe 67	69.75	150	16.28	0.92	8.10
Pipe 1	24.84	200	45.84	1.46	13.86
Pipe 2	28.83	200	3.30	0.10	0.08
Pipe 4	35.65	200	26.57	0.85	4.73
Pipe 5	35.55	200	31.92	1.02	4.98
Pipe 29	166.41	76.8	18.70	4.04	236.75
Pipe 30	60.16	76.8	15.08	3.26	155.32
Pipe 37	85.66	200	0.80	0.03	0.01
Pipe 47	131.41	90	0.00	0.00	0.00
Pipe 48	191.83	90	4.25	0.67	6.07

Pipe 49	96.00	90	3.12	0.49	3.41
Pipe 56	137.64	51.4	2.28	1.10	31.66
Pipe 68	15.01	40.8	0.05	0.04	0.07
Pipe 69	136.72	40.8	1.18	0.90	29.01
Pipe 70	54.96	100	2.53	0.32	1.77
Pipe 71	30.85	100	1.51	0.19	0.67
Pipe 72	103.46	51.4	0.32	0.16	0.86
Pipe 73	72.81	73.6	7.68	1.81	52.07
Pipe 74	3.70	73.6	1.64	0.39	2.82
Pipe 75	94.24	73.6	0.60	0.14	0.46
Pipe 76	49.84	40.8	0.16	0.12	0.73
Pipe 77	100.39	40.8	0.31	0.24	2.52
Pipe 78	28.30	100	-3.88	0.49	4.05
Pipe 80	119.64	40.8	0.44	0.34	4.63
Pipe 82	96.72	64	1.06	0.33	2.50
Pipe 83	98.02	64	2.99	0.93	17.43
Pipe 35	239.52	100	-0.90	0.11	0.25
Pipe 46	48.08	100	3.87	0.49	4.04
Pipe 50	15.54	100	3.56	0.45	3.44
Pipe 16	43.78	42.4	-1.79	1.27	53.00
Pipe 3	222.91	40.8	0.82	0.62	14.62
Pipe 41	8.84	125	20.11	1.64	31.90
Pipe 53	171.28	125	18.63	1.52	27.44
Pipe 54	113.68	76.8	23.43	5.06	368.86
Pipe 79	67.32	76.8	22.76	4.91	348.59
Pipe 81	60.97	40.8	1.00	0.77	21.38

Annexe 13

Tableau qui résume les pressions de réseau a l'horizon 2053 (pointe+ incendie)

	Elevation	Head	Pressure
Node ID	m	m	m
Junc n2	179	211.16	32.16
Junc n3	170	210.92	40.92
Junc n9	173	189.67	16.67
Junc n10	179	177.25	-1.75
Junc n13	166	177.13	11.13
Junc n14	164.6	177.13	12.53
Junc n16	168	177.19	9.19
Junc n17	166	177.20	11.20
Junc n18	165.8	177.14	11.34
Junc n20	167	177.30	10.30
Junc n21	167	180.86	13.86
Junc n22	171	177.18	6.18
Junc n23	169.2	171.23	2.03
Junc n24	161	163.94	2.94
Junc n25	166	210.91	44.91
Junc n26	166	210.90	44.90
Junc n27	165	172.27	7.27
Junc n31	187.2	209.64	22.44
Junc n33	187	196.63	9.63
Junc n35	173.5	213.37	39.87
Junc n37	156	93.45	-62.55
Junc n38	182	217.62	35.62
Junc n42	189.4	217.80	28.40
Junc n44	163	-32.89	-195.89
Junc n45	189	219.84	30.84
Junc n46	169	191.59	22.59
Junc n47	179	191.05	12.05
Junc n50	171	196.28	25.28
Junc n51	172	194.26	22.26
Junc n53	182	192.49	10.49
Junc n54	172	193.72	21.72
Junc n57	186	191.99	5.99
Junc n58	195	211.48	16.48
Junc n59	209	211.30	2.30
Junc n60	189	210.64	21.64
Junc n61	192	204.91	12.91
Junc n62	206	210.56	4.56
Junc n63	200	222.84	22.84
Junc n66	185	217.73	32.73
Junc n67	186	217.76	31.76
Junc n69	187	217.77	30.77
Junc n70	176	217.49	41.49
Junc n72	172	152.00	-20.00
Junc n73	170.4	104.00	-66.40
Junc n74	172.7	104.68	-68.02
Junc n75	170.2	103.92	-66.28
Junc n76	165	96.47	-68.53

Junc n77	165	94.01	-70.99
Junc n78	187	205.21	18.21
Junc n79	176	203.99	27.99
Junc n81	0.589	218.82	218.23
Junc n82	177	153.42	-23.58
Junc n83	171	151.48	-19.52
Junc n84	159	151.70	-7.30
Junc n85	171	151.22	-19.78
Junc n86	159	151.25	-7.75
Junc n87	170	151.08	-18.92
Junc n88	160	151.00	-9.00
Junc n89	169	151.08	-17.92
Junc n90	160	149.68	-10.32
Junc n92	161	148.90	-12.10
Junc n93	168	149.79	-18.21
Junc n94	169	103.49	-65.51
Junc n95	169.3	103.53	-65.77
Junc n96	163	103.39	-59.61
Junc n97	169.4	103.66	-65.74
Junc n98	164	103.41	-60.59
Junc n99	164	103.56	-60.44
Junc n100	168.7	103.49	-65.21
Junc n101	171.4	97.21	-74.19
Junc n102	172.8	96.72	-76.08
Junc n103	170.8	97.12	-73.68
Junc n104	171.2	96.94	-74.26
Junc n105	166.3	97.07	-69.23
Junc n106	171.8	96.84	-74.96
Junc n107	167	96.88	-70.12
Junc n108	172.5	96.81	-75.69
Junc n109	167.5	96.79	-70.71
Junc n110	172.6	96.81	-75.79
Junc n111	168	96.75	-71.25
Junc n112	167	149.15	-17.85
Junc n113	161	149.04	-11.96
Junc n114	172.5	97.51	-74.99
Junc n115	159	105.52	-53.48
Junc n116	164	103.81	-60.19
Junc n117	172.8	96.72	-76.08
Junc n118	178	192.89	14.89
Junc n119	176	192.71	16.71
Junc n120	178	189.67	11.67
Junc n121	190	185.85	-4.15
Junc n122	190	216.42	26.42
Junc n123	190	215.37	25.37
Junc n124	189	214.70	25.70
Junc n125	180	213.22	33.22
Junc n127	196.5	213.19	16.69
Junc n128	195	211.27	16.27
Junc n129	199	222.76	23.76
Junc n130	206	211.16	5.16
Junc n131	164	93.60	-70.40
Junc n132	163.2	93.55	-69.65

Junc n133	161	93.43	-67.57
Junc n134	161	93.25	-67.75
Junc n135	164	93.41	-70.59
Junc n136	161	93.33	-67.67
Junc n137	191	221.57	30.57
Junc n140	186	217.76	31.76
Junc n141	187	217.75	30.75
Junc n142	220	227.65	7.65
Junc n147	192.24	208.17	15.93
Junc n148	191	198.83	7.83
Junc n149	180	214.95	34.95
Junc n151	192	221.62	29.62
Junc n152	185	220.81	35.81
Junc n153	193	220.68	27.68
Junc n154	200	219.84	19.84
Junc n156	187	214.69	27.69
Junc n158	198	213.79	15.79
Junc n159	205	213.76	8.76
Junc n160	176	193.36	17.36
Junc n161	178	185.70	7.70
Junc n162	170	193.20	23.20
Junc n163	177	193.08	16.08
Junc n164	173	191.50	18.50
Junc n165	220	229.66	9.66
Junc n166	220	227.71	7.71
Junc n170	185	227.34	42.34
Junc n172	168	180.86	12.86
Junc n175	171.8	182.83	11.03
Junc n177	164.5	177.12	12.62
Junc n178	192	204.00	12.00
Junc n179	190	202.00	12.00
Junc n181	197	200.99	3.99
Junc n183	166	93.66	-72.34
Junc n185	163	93.62	-69.38
Junc 6	175.4	215.41	40.01
Junc 7	172	211.56	39.56
Junc 8	204	224.27	20.27
Junc 9	215	227.44	12.44
Junc 10	202	227.35	25.35
Junc 11	173	192.46	19.46
Junc 12	187	187.59	0.59
Junc 13	182	186.30	4.30
Junc 14	171	210.63	39.63
Junc 15	189	210.07	21.07
Junc 16	179	193.63	14.63
Junc 17	188	202.05	14.05
Junc 18	162	93.45	-68.55
Junc 19	162	93.48	-68.52
Junc 20	160	105.70	-54.30
Junc 21	194	216.98	22.98
Junc 22	173	210.58	37.58
Junc 23	178	212.99	34.99
Junc 24	184	209.66	25.66

Junc 25	183	209.83	26.83
Junc 26	177	211.59	34.59
Junc 27	170	210.74	40.74
Junc 1	173	114.03	-58.97
Junc 2	173	210.58	37.58
Junc 3	170	210.40	40.40
Junc 4	162	93.50	-68.50
Junc 5	157	93.41	-63.59
Junc 31	160	109.67	-50.33
Junc 34	160	109.67	-50.33
Junc 35	165	93.72	-71.28
Junc 36	165	93.70	-71.30
Junc 37	198	200.43	2.43
Junc 39	197	202.29	5.29
Junc 40	170	93.66	-76.34
Junc 41	170	210.97	40.97
Junc 30	179	176.97	-2.03
Junc 42	173	173.71	0.71
Junc 43	176	176.89	0.89

Annexe 14

Prix et épaisseurs des conduites. (Source Chiali 2020)

مجمع شي علي
GROUPE CHIALI

Usine & Siège : Voie A Zone Industrielle BP 160 - 22000 Sidi Bel Abbès
Téléphone : 048 70 31 90
Télécopie : 048 70 35 58
Site Web :www.groupe-chiali.com e-mail : info@groupe-chiali.com

TUBE PEHD EAU PN06

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
110020201	TUBE PEHD Ø 20 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	32,21	37,68
110020251	TUBE PEHD Ø 25 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	41,09	48,08
110020321	TUBE PEHD Ø 32 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	53,95	63,12
110020401	TUBE PEHD Ø 40 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	69,88	81,76
110060501	TUBE PEHD Ø 50 PN 06 EP 2.4 mm	ML	87,64	102,54
110060631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN 06 EP. 2.5 mm	ML	131,72	154,11
110060751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 06 EP. 2.9 mm	ML	186,46	218,15
110060901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN 06 EP. 3.5 mm	ML	257,19	300,91
110061101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN 06 EP. 4.2 mm	ML	374,09	437,68
110061251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN 06 EP. 4.8 mm	ML	477,23	558,36
110061601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN 06 EP. 6.2 mm	ML	787,69	921,60
110062001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN 06 EP. 7.7 mm	ML	1 216,17	1 422,92
110062501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN 06 EP. 9.6 mm	ML	1 898,66	2 221,44
110063151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN6 EP. 12.1 mm	ML	2 951,91	3 453,73
110064001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN6 EP. 15.3 mm	ML	4 703,04	5 502,55
110065001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN6 EP. 19.1 mm	ML	7 241,55	8 472,62
110066301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN6 EP. 19.1 mm	ML	11 492,57	13 446,30

TUBE PEHD EAU PN10

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
110030201	TUBE PEHD Ø 20 PN 10 EP. 2.0 mm	ML	34,32	40,15
110030251	TUBE PEHD Ø 25 PN 10 EP. 2.0 mm	ML	43,78	51,23
110070321	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 32 PN10 EP. 2.0 mm	ML	55,10	64,47
110070401	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 40 PN 10 EP. 2.4 mm	ML	83,50	97,69
110070501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 50 PN10 EP. 3.0 mm	ML	128,66	150,53
110070631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN10 EP. 3.8 mm	ML	203,83	238,48
110070751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 10 EP. 4.5 mm	ML	289,41	338,61
110070901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN10 EP. 5.4 mm	ML	381,88	446,80
110071101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN10 EP. 6.6 mm	ML	568,93	665,64
110071251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN10 EP. 7.4 mm	ML	721,36	843,99
110071601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN10 EP. 9.5 mm	ML	1 181,58	1 382,45
110072001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN10 EP. 11.9 mm	ML	1 848,65	2 162,92
110072501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN10 EP. 14.8 mm	ML	2 869,93	3 357,81
110073151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN10 EP. 18.7 mm	ML	4 322,93	5 057,83
110074001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN10 EP. 23.7 mm	ML	6 936,23	8 115,39
110075001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN10 EP. 29.7 mm	ML	10 783,03	12 616,15
110076301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN10 EP. 37.4 mm	ML	17 077,20	19 980,32

TUBE PEHD EAU PN16

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
110080201	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 20 PN 16 EP. 2.0 mm	ML	33,20	38,84
110080251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 25 PN 16 EP. 2.3 mm	ML	48,78	57,07
110080321	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 32 PN 16 EP. 3.0 mm	ML	79,24	92,71
110080401	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 40 PN 16 EP. 3.7 mm	ML	122,69	143,55
110080501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 50 PN 16 EP. 4.6 mm	ML	190,29	222,64
110080631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN 16 EP. 5.8 mm	ML	301,05	352,23
110080751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 16 EP. 6.8 mm	ML	423,18	495,12
110080901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN 16 EP. 8.2 mm	ML	554,17	648,38
110081101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN 16 EP. 10.0 mm	ML	822,24	962,02
110081251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN16 EP. 11.4 mm	ML	1 048,61	1 226,87
110081601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN16 EP. 14.6 mm	ML	1 713,83	2 005,18
110082001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN16 EP. 18.2 mm	ML	2 691,35	3 148,88
110082501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN16 EP. 22.7 mm	ML	4 163,97	4 871,85
110083151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN16 EP. 28.6 mm	ML	6 309,37	7 381,96
110084001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN16 EP. 36.3 mm	ML	10 192,06	11 924,71
110085001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN16 EP. 45.4 mm	ML	15 889,78	18 591,04
110086301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN16 EP. 57.2 mm	ML	25 229,57	29 518,59

Annexe 15

Tableau représente les diamètres intérieurs ; extérieure ; épaisseur et pression nominal. Source google02023

(Medidas en mm)

SDR	33		26		21		17		13,6		11		9		7,4		
S	16		12,5		10		8		6,3		5		4		3,2		
Tipo	Presión Nominal (bar)																
PE 40	-		-		-		4		-		6		-		10		
PE 80	4		5		6		8		10		12,5		16		20		
PE 100	5		6		8		10		12,5		16		20		25		
SN (kN/m²)	2		4		8		16		32		64		80		128		
DN (Dext)	Espesor Nominal (e) y Diámetro interior (Di)																Paso nominal
	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	
20											2.0	16.0	2.3	15.4	3.0	14.0	15
25									2.0	21.0	2.3	20.4	3.0	19.0	3.5	18.0	20
32							2.0	28.0	2.4	27.2	3.0	26.0	3.6	24.8	4.4	23.2	25
40					2.0	36.0	2.4	35.2	3.0	34.0	3.7	32.6	4.5	31.0	5.5	29.0	32
50			2.0	46.0	2.4	45.2	3.0	44.0	3.7	42.6	4.6	40.8	5.6	38.4	6.9	36.2	40
63			2.5	58.0	3.0	57.0	3.8	55.4	4.7	53.6	5.8	51.4	7.1	48.8	8.6	45.8	50
75			2.9	69.2	3.6	67.8	4.5	66.0	5.6	63.8	6.8	61.4	8.4	58.2	10.3	54.4	65
90			3.5	83.0	4.3	81.4	5.4	79.2	6.7	76.6	8.2	73.6	10.1	69.8	12.3	65.4	80
110			4.2	101.8	5.3	99.4	6.6	96.8	8.1	93.8	10.0	90.0	12.3	85.4	15.1	79.8	100
125			4.8	115.4	6.0	113.0	7.4	110.2	9.2	106.6	11.4	102.2	14.0	97.0	17.1	90.8	100
140			5.4	129.2	6.7	126.6	8.3	123.4	10.3	119.4	12.7	114.6	15.7	108.6	19.2	101.6	125
160			6.2	147.6	7.7	144.6	9.5	141.0	11.8	136.4	14.6	130.8	17.9	124.2	21.9	116.2	150
180			6.9	166.2	8.6	162.8	10.7	158.6	13.3	153.4	16.4	147.2	20.1	139.8	24.6	130.8	150
200			7.7	184.6	9.6	180.8	11.9	176.2	14.7	170.6	18.2	163.6	22.4	155.2	27.4	145.2	200
225			8.6	207.8	10.8	203.4	13.4	198.2	16.6	191.8	20.5	184.0	25.2	174.6	30.8	163.4	200
250			9.6	230.8	11.9	226.2	14.8	220.4	18.4	213.2	22.7	204.6	27.9	194.2	34.2	181.6	250
280			10.7	258.6	13.4	253.2	16.6	246.8	20.6	238.8	25.4	229.2	31.3	217.4	38.3	203.4	250
315	9.7	295.6	12.1	290.8	15.0	285.0	18.7	277.6	23.2	268.6	28.6	257.8	35.2	244.6	43.1	228.8	300
355	10.9	333.2	13.6	327.8	16.9	321.2	21.1	312.8	26.1	302.8	32.2	290.6	39.7	275.6	48.5	258.0	350
400	12.3	375.4	15.3	369.4	19.1	361.8	23.7	352.6	29.4	341.2	36.3	327.4	44.7	310.6	54.7	290.6	400
450	13.8	422.4	17.2	415.6	21.5	407.0	26.7	396.6	33.1	383.8	40.9	368.2	50.3	349.4	61.5	327.0	450
500	15.3	469.4	19.1	461.8	23.9	452.2	29.7	440.6	36.8	426.4	45.4	409.2	55.8	388.4			500
560	17.2	525.6	21.4	517.2	26.7	506.6	33.2	493.6	41.2	477.6	50.8	458.4	62.5	435.0			550
630	19.3	591.4	24.1	581.8	30.0	570.0	37.4	555.2	46.3	537.4	57.2	515.6	70.3	489.4			600
710	21.8	666.4	27.2	655.6	33.9	642.2	42.1	625.8	52.2	605.6	64.5	581.0	79.3	641.4			700
800	24.5	751.0	30.6	738.8	38.1	723.8	47.4	705.2	58.8	682.4	72.6	654.8	89.3	621.4			800
900	27.6	844.8	34.4	831.2	42.9	814.2	53.3	793.4	66.1	767.8	81.7	736.6					900
1000	30.6	938.8	38.2	923.6	47.7	904.6	59.3	881.4	73.5	853.0	90.8	1018.4					1000
1200	36.7	1126.6	45.9	1108.2	57.2	1085.6	71.1	1057.8	88.2	1023.6							1200
1400	42.9	1314.2	53.5	1293.0	66.7	1266.6	83.0	1234.0	102.8	1194.4							1400
1600	49.0	1502.0	61.2	1477.6	76.2	1447.6	94.8	1410.4	117.5	1365.0							1600
1800	55.1	1689.8	68.8	1662.4	85.8	1628.4	106.6	1586.8									1800
2000	61.2	1877.6	76.4	1847.2	95.3	1809.4	118.5	1763.0									2000
2250	70.0	2110.0	86.0	2078.0	107.2	2035.6											2250
2500	77.7	2344.6	95.6	2308.8	119.1	2261.8											2500

Merci