



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 du centre de HALOUIYA commue soumaa de (W.Blida)

Présentée par :

KEMACHA Thilelli

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJOUDAR/HALLAL Dahbia	M.C.A	Présidente
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examinatrice
BOUNNAH Younes	M.A.A	Examineur
DERNOUNI Youcef	M.A.A.	Examineur
GHACHI Mourad	M.C.B	Promoteur

Session Septembre 2024

Remerciements

Je remercie avant tout Dieu, qui m'a donné la patience et la santé nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr GHACHI Mourad, pour sa relecture minutieuse de mon travail et ses remarques constructives.

Je remercie vivement les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en évaluant ce travail.

Également, je souhaite exprimer ma gratitude envers mes enseignants de l'ENSH pour leur contribution à ma formation en ingénierie d'état en hydraulique.

Un grand merci à ma famille et mes amis pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Kemacha Thilelli

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes parents, pour leur amour inconditionnel, leur encouragement constant et leur foi en moi. Leur soutien a été une source inestimable de force et de motivation.

À la mémoire de mes grands-pères, رحمه الله, et avec toute ma gratitude à mes grands-mères, (Saliha et Zineb) pour leur amour et leur soutien inestimables tout au long de mon parcours.

À ma grande sœur Fatima avec son mari Noureddine pour leur soutien et leur encouragement.

À mes sœurs (Sarah, Anaïs, Mélina et Nayla,) pour leur présence rassurante et leurs encouragements dans les moments doute.

À mes chers oncles, [Boukmacha Allaoua, Boukmacha Salim], à leurs épouses et à leurs enfants, je vous remercie pour votre présence et votre aide durant mon parcours, qui ont été d'une grande importance pour moi.

À mes copines (Besma, Massinda, Rawiya, Zineb, Meriem.)

À tous mes amis de l'ENSH, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables et qui ont enrichi mon expérience universitaire.

À toutes les personnes chères et proches qui ont été à mes côtés, je vous dédie ce modeste travail. Votre soutien indéfectible a été la clé de cette réussite.

Kemacha Thilelli

ملخص

تواجه مدينة حلوية المتواجدة بولاية البلدية تحديات في تزويدها بمياه الشرب بسبب شبكة قديمة، وزيادة في الطلب، وانقطاعات متكررة. تهدف هذه الدراسة إلى تشخيص الوضعية الحالية للشبكة بشكل شامل واقتراح حلول لإعادة تأهيلها لتحسين توزيع المياه. بعد تقدير احتياجات المياه لعام 2054، تم تحديد أن هناك عجزًا في التخزين، مما يستلزم إنشاء خزان جديد بسعة 500 م³.

كشفت التحليلات الهيدروليكية عن مشاكل تتعلق بالضغط وسرعة تدفق المياه داخل الشبكة، حيث تمثل الأنابيب القديمة مخاطر. استجابةً لذلك، تم اقتراح تصميم جديد باستخدام أنابيب مصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة لتحقيق توازن في الضغوط والسرعات، مما يضمن توزيعًا مثاليًا للمياه خلال فترات الذروة وفي حالات الحرائق، مع توضيح مواقع الملحقات الضرورية.

أخيرًا، عرضت الدراسة منهجية تركيب الأنابيب، وتنظيم موقع البناء، وقدمت تقديرًا لتكلفة المشروع، بما في ذلك المدة المخطط لها لضمان تنفيذ فعال للأشغال

الكلمات المفتاحية: تشخيص، توزيع، إعادة تأهيل

Résumé :

La ville de Halouiya fait face à des problèmes d'alimentation en eau potable en raison d'un réseau vieillissant, d'une demande croissante, et de pannes fréquentes. Cette étude vise à diagnostiquer en détail l'état actuel du réseau et à proposer des solutions de réhabilitation pour améliorer la distribution d'eau. Après une estimation des besoins en eau à l'horizon 2054, il a été constaté qu'un déficit de stockage est prévu, nécessitant la construction d'un nouveau réservoir de 500 m³.

Le diagnostic hydraulique a identifié des problèmes de pression et de vitesse dans le réseau, avec des conduites anciennes (comme celles en AMC) présentant des risques. En réponse, un nouveau tracé utilisant des conduites en PEHD a été proposé pour équilibrer les pressions et les vitesses, garantissant ainsi une distribution optimale d'eau pendant les périodes de pointe et en cas d'incendie, tout en précisant l'emplacement des accessoires nécessaires. Enfin, l'étude a présenté la méthodologie de pose des canalisations, l'organisation du chantier, ainsi qu'une estimation du devis du projet, incluant la durée de réalisation prévue pour assurer une mise en œuvre efficace des travaux.

Mots clés: Diagnostic, distribution, réhabilitation.

Abstract :

The city of Halouia is facing challenges in its potable water supply due to an old network, increasing demand, and frequent outages. This study aims to thoroughly diagnose the current state of the network and propose rehabilitation solutions to improve water distribution. After estimating the water needs for the year 2054, it was determined that a storage deficit is anticipated, necessitating the construction of a new 500 m³ reservoir. The hydraulic diagnosis identified issues with pressure and flow velocity within the network, with old pipes (such as those made of AMC) posing risks. In response, a new layout using polyethylene high-density (PEHD) pipes has been proposed to balance pressures and velocities, ensuring optimal water distribution during peak demand periods and in the event of a fire, while also specifying the location of necessary accessories. Finally, the study outlined the methodology for installing the pipelines, the organization of the construction site, and provided an estimation of the project cost, including the planned duration for effective implementation of the works.

Keywords: Diagnosis, Distribution, Rehabilitation.

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	2
Introduction.....	3
I.1 Situation géographique	3
I.1.1 Présentation de la commune de Soumaa.....	3
I.1.2 Présentation de la zone d'étude	4
I.2 Situation topographiques	4
I.3 Les caractéristiques climatiques.....	5
I.3.1 Le climat.....	5
I.3.2 La température.....	5
I.3.3 La pluviométrie	5
I.3.4 Le vent.....	5
I.4 Sismicité.....	6
I.5 La géologie	6
I.6 Situation hydraulique.....	8
I.6.1 Des eaux des nappes souterraines de la région.....	8
I.6.2 Les ouvrages de stockages	8
Conclusion	9
Chapitre II : Evaluation des besoins en eau potable	
Introduction.....	11
II.1 Estimation de la population future	11
II.2 Evaluation des besoins en eau potable	12
II.2.1 Les besoins en eau domestique	12
II.2.2 Les besoins d'équipements	12
II.2.3 Besoins scolaires	12
II.2.4 Besoins commerciaux.....	13
II.2.5 Besoins socioculturels	13
II.2.6 Besoins Administratifs et militaires	13
II.3 Récapitulation des besoins en eau totaux	14
II.4 Variation de la consommation journalière.....	14
II.4.1 Consommation maximale journalière	14
II.4.2 Consommation minimale journalière	15
II.5 Variation des débits horaires.....	15
II.5.1 Débit moyen horaire.....	15
II.5.2 Débit maximal horaire.....	16
II.5.3 Débit minimal horaire.....	16

II.6	Évaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant	17
II.7	Bilan de ressources en eau et les besoins pour l'horizon 2024 jusqu'à 2054	22
	Conclusion	23

Chapitre III : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable

Introduction.....	26
III.1 Objectifs.....	26
III.2 Diagnostic du réseau de distribution	26
III.2.1 Diagnostic physique	26
III.2.1.1 Analyse des canalisations	26
III.2.1.2 Analyse par type de diamètre.....	27
III.2.1.3 Analyse des conduites par diamètre	28
III.2.2 Diagnostic hydraulique.....	29
III.2.2.1 Présentation du logiciel EPANET.....	29
III.2.2.2 Calcul des débits de dimensionnement.....	29
III.2.2.3 Résultat de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel.....	37
III.2.2.4 Résultat de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel.....	55
Conclusion	56

Chapitre IV : Etude de stockage

Introduction.....	60
IV.1 Rôles des réservoirs : [1] [2].....	60
IV.2 Classification des réservoirs : [1].....	60
IV.3 Emplacement des réservoirs [1].....	61
IV.4 Construction des réservoirs.....	61
IV.5 Equipement des réservoirs d'alimentation :[1]	61
IV.5.1 Conduite d'arrivée ou d'alimentation.....	62
IV.5.2 Conduite de départ ou de distribution	62
IV.5.3 Conduite de trop-plein	62
IV.5.4 Conduite de décharge ou de vidange.....	62
IV.5.5 Conduite by-pass.....	63
IV.6 Matérialisation de la réserve d'incendie	63
IV.6.1 Le système à siphon : Ce système à l'avantage de renouveler la réserve d'incendie.....	63
IV.6.2 Le système à deux prises	63
IV.7 Capacité des réservoirs	64
IV.7.1 La méthode graphique	64

IV.7.2	La méthode analytique.....	64
IV.7.2.1	<i>Principe de calcul</i>	64
IV.8	Dimensionnement du réservoir projeté.....	67
IV.9	Diagnostic et réhabilitation du l'ouvrage de stockage.....	68
IV.9.1.1	Etat de réservoir existant	68
IV.10	Hygiène et sécurité	70
Conclusion	.....	71

Chapitre V : projection d'un nouveau réseau d'AEP à l'horizon 2054

Introduction.....	72	
V.1	Type des réseaux de distribution	72
V.1.1	Le réseau ramifié	72
V.1.2	Le réseau maillé . [1].....	72
V.1.3	Le réseau mixte	72
V.2	Principe du tracé du réseau choisi	72
V.3	Choix de type de matériaux	73
V.4	Calcul hydraulique du réseau	73
V.4.1	Débit spécifique	73
V.4.2	Débit en route.....	73
V.4.3	Débit aux nœuds.....	73
V.5	Calcul des débits.....	73
V.5.1	Cas de pointe.....	73
V.6	Résultats de la simulation hydraulique du réseau	78
V.7	Comparaison avant et après la réhabilitation	88
Conclusion	.....	90

Chapitre VI : Pose de canalisation et accessoires

Introduction	93	
VI.1	Pose de canalisation.....	93
VI.1.1	Types de pose de canalisation.....	94
VI.1.1.1	Pose de canalisation dans un terrain ordinaire	94
VI.1.1.2	Pose dans un mauvais terrain.....	95
VI.1.1.3	Pose de canalisations en galerie	95
VI.1.1.4	Traversée d'une rivière.....	95
VI.1.1.5	Pose de canalisation sans ouverture de tranchée	96
VI.1.1.6	Pose en pente.....	96

VI.2	Les accessoires ^[3]	97
VI.2.1	Robinet vannes.....	97
VI.2.1.1	Les robinets vannes à opercule	97
VI.2.1.2	Les vannes papillons	97
VI.2.1.3	Les vannes d'altitude.....	98
VI.2.1.4	Les robinets de décharge	98
VI.2.2	Les clapets.....	98
VI.2.3	Les ventouses	98
VI.2.4	Les régulateurs de pression.....	99
VI.3	Pièces spéciales de raccords ^[3]	100
VI.3.1	Les cônes	100
VI.3.2	Les coudes.....	100
VI.3.3	Les tés.....	101
VI.3.4	Les croix de jonction	101
VI.3.5	Les manchons.....	102
Conclusion	.....	103

Chapitre VII : Management et organisation du chantier

Introduction.....	104	
VII.1	Les différents travaux de mises en place des canalisations	104
VII.1.1	Travaux concernant un réseau d'alimentation en eau potable	104
VII.1.2	Travaux concernant les réservoirs.....	104
VII.2	Calcul des volumes de travaux de pose de canalisation	105
VII.2.1	Volume de découpage de la terre végétale	105
VII.2.2	Volume de déblai	105
VII.2.3	Volume du lit de sable.....	107
VII.2.4	Volume de la conduite.....	107
VII.2.5	Volume de remblai compacté	108
VII.3	Devis quantitatif et estimatif réseau de distribution	109
VII.4	Calcul des volumes des travaux de réservoir R 500.....	110
VII.4.1	Volume du décapage	110
VII.4.2	Volume total des déblais.....	111
VII.4.3	Volume de tout venant.....	111
VII.4.4	Volume de béton de propreté.....	112
VII.4.5	Volume du béton armé	112
VII.4.6	Volume du remblai compacté.....	113

VII.4.7	Devis estimatif des travaux de réservoir.....	114
VII.5	Planification des travaux.....	115
VII.5.1	Les différentes tâches de réalisation.....	115
VII.5.1.1	Les principales opérations pour le réseau de distribution	115
VII.5.1.2	Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM).....	115
VII.5.1.3	Les principales opérations pour le réservoir	117
VII.6	Les engins utilisés ^[4]	119
Conclusion	.....	120
Conclusion générale	.....	124

Listes des figures :

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1: carte de situation géographique de la wilaya de BLIDA	3
Figure I.2: Carte topographique de Halouiya , Altitude ,relief	4
Figure I.3: Carte de zonage sismique de l'Algérie	6
Figure I.4: Carte (a) et coupe (b) géologique, montrant l'organisation des principales unités tectono-stratigraphiques dans la région de Blida.....	7

Chapitre II : Evaluation des besoins en eau potable

Figure II.1: Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération(2024).....	19
Figure II.2: La courbe de la consommation horaire cumulée Qh (2024)	19
Figure II.3: Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération (2054).....	21
Figure II.4 : La courbe de la consommation horaire cumulée Qh (2054)	21
Figure II.5 : Diagramme de bilan de ressource en eau et les besoins.....	23

Chapitre III : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable

Figure III.1: Diagramme circulaire des répartitions des matériaux.....	27
Figure III.2 : Diagramme circulaire des répartitions par diamètre du traçons.	28
Figure III.3: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe.....	37
Figure III.4: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de pointe).....	44
Figure III.5: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de pointe)	45
Figure III.6 : courbe de pression 2024 (cas de pointe)	45
Figure III.7 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe +incendie.....	46
Figure III.8: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de pointe + incendie)	47
Figure III.9: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de pointe + incendie).....	47
Figure III.10: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe (l'horizon 2054)	55
Figure III.11 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe + incendie (horizon 2054).....	56

Chapitre IV : Etude de stockage

Figure IV. 1: Les équipements du réservoir (réservoir circulaire, semi - enterrée).....	62
Figure IV. 2: Système à siphon	63
Figure IV.3: Système à deux prises	63
Figure IV.4: schéma de la méthode graphique	64
Figure IV. 5 : Réservoir semi-enterrées circulaire (DRE ,2023).....	69
Figure IV.6 : Présence de micro fissuration au niveau de voile et absence de pax (DRE, 2023).....	69

Chapitre V : Projection d'un nouveau réseau l'horizon 2054

Figure V.1 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe	82
Figure V.2: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe + incendie	87
Figure V.3: Zone de distribution de pression avant la réhabilitation	89
Figure V.4: zone de distribution après la réhabilitation	89

Chapitre VI : Pose de canalisation et accessoires

Figure VI.1: Position des différentes canalisations par rapport à la canalisation d'AEP	93
Figure VI.2: Pose de conduite en tranchée dans un terrain ordinaire (b.Saleh 2014)	94
Figure VI.3: pose de canalisation en galerie (b. Saleh 2014)	95
Figure VI.4: Pose par fonçage pousse tube	96
Figure VI.5 : pose par forage dirigé.....	96
Figure VI.6 : Robinet vanne à opercule	97
Figure VI.7 : Robinet à papillon bride	97
Figure VI.8: Les types de clapet	98
Figure VI.9: Ventouse.....	99
Figure VI.10 : Régulateur de pression	99
Figure VI.11 : Cône	100
Figure VI. 12 : Les coudes	100
Figure VI. 13 : Tés.....	101
Figure VI. 14 : Croix de jonction.....	101
Figure VI. 15 : Les manchons	102

Chapitre VII : Mangement et organisation du chantier

Figure VII. 1: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution	116
FigureVII. 2: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réservoir	118
FigureVII. 3: Le bulldozer.....	119
FigureVII. 4 : La pelle hydraulique	120
FigureVII. 5: La chargeuse.....	120
FigureVII. 6: Le compacteur	121
FigureVII. 7: La niveleuse	121

Liste des Tableaux :

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1: Température moyennes mensuelles durant la période (2011-2021).....	5
Tableau I.2: Précipitation moyennes mensuelles durant la période (2011-2021).....	5
Tableau I. 3 : Les caractéristiques des différents forages	8
Tableau I.4: Caractéristique des réservoirs	8

Chapitre II : Evaluation des besoins en eau potable

Tableau II.1: Evaluation de la population pour différents horizons	11
Tableau II.2: Récapitulatif des besoins en eau domestiques.	12
Tableau II. 3: Tableau récapitulatif des besoins scolaires.....	13
Tableau II.4: Tableau récapitulatif des besoins commerciaux.....	13
Tableau II. 5: Tableau récapitulatif des besoins socioculturels.....	13
Tableau II.6: Tableau récapitulatif des besoins administratifs et militaires.....	14
Tableau II.7: Récapitulation des besoins en eau totaux	14
Tableau II. 8 : Variation de la consommation journalière maximale	15
Tableau II.9: Variation de la consommation journalière minimale	15
Tableau II. 10: Les valeurs de β en fonction de la population	$16\beta_{max}$
Tableau II.11 : Variation de la consommation horaire maximale	16
Tableau II. 12 : Les valeurs de β en fonction de la population	$17\beta_{min}$
Tableau II. 13 : Variation de la consommation horaire minimale.....	17
Tableau II. 14: Variation de la consommation horaire pour notre agglomération (2024)	18
Tableau II. 15: Variation de la consommation horaire pour notre agglomération (2054)	20
Tableau II. 16: Production de la ressource "Halouiya"	22
Tableau II.17 : Bilan de ressources en eau et les besoins	22

Chapitre III : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable

Tableau III.1: Linéaire des conduites de distribution en fonction de leur taille et du matériau utilisé :	27
Tableau III.2: Pourcentage de distribution des conduites selon les types de matériau	27
Tableau III.3: Calcul des débits nodaux (réseau actuel l'horizon 2024)	30
Tableau III.4: charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe	38
Tableau III. 5: Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.....	41

Chapitre IV : Etude de stockage

Tableau IV.1 : Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2024	65
Tableau IV.2: Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2054	66
Tableau IV.3 : Bilan de capacité de stockage	67
Tableau IV.4: Caractéristique du réservoir projeter	68
Tableau IV.5: Caractéristique de réservoir existant.....	68

Chapitre V : Projection d'un nouveau réseau l'horizon 2054

Tableau V.1: Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe.....	74
Tableau V.2: Cotes et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe).....	78
Tableau V.3: Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe).....	80
Tableau V.4: Cotes et pressions des noeuds (cas de pointe + incendie).....	83
Tableau V.5 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe +incendie)	84

Chapitre VII : Mangement et organisation du chantier

Tableau VII.1: Calcul du volume du décapage de la terre végétale.....	105
Tableau VII. 2: Calcul du volume du déblai	106
Tableau VII. 3 : Calcul du volume du lit de sable	107
Tableau VII. 4: Volume de la conduite.....	108
Tableau VII. 5 : Volume du remblai.....	108
Tableau VII. 7: Devis quantitatif et estimatif de l'exécution.....	109
Tableau VII. 8: Volume de décapage de réservoir projeté	111
Tableau VII. 9 : Volume de déblai de réservoir projeté.....	111
Tableau VII. 10 : Volume de tout venant de réservoir projeté	111
Tableau VII. 11: Volume de béton de propreté de réservoir projeté.....	112
Tableau VII. 12 : calcul du volume de béton armé du réservoir.....	113
Tableau VII. 13: calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir.....	113
Tableau VII. 14 : calcul du volume du remblai compacté	114
Tableau VII. 15 : Devis estimatif des travaux des réservoirs.....	114
Tableau VII. 16: Récapitulatif du devis estimatif du projet.....	114
Tableau VII. 17: Les opérations principales à réaliser et leurs durées.....	115
Tableau VII. 18: Les opérations des travaux (précède, succède).....	116
Tableau VII. 19: Les opérations principales à réaliser et leurs durées.....	117
Tableau VII. 20: Les opérations des travaux (précède, succède).....	118

Listes des planches:

Planche N°1 : Plan de masse avec réseau existant

Planche N°2 : Plan de masse avec trace projeter

Planche N°3 : Plan de réservoir projeté 500 m³.

Planche N°4 : Profil en long de la conduite principal Réservoir-R4.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une ressource essentielle pour le développement humain et la qualité de vie, mais l'accès à une alimentation en eau potable (AEP) fiable est de plus en plus menacé dans de nombreuses régions du monde. La croissance démographique, l'urbanisation rapide et les effets du changement climatique exercent une pression accrue sur les infrastructures hydrauliques, souvent obsolètes ou insuffisantes. Ces défis sont particulièrement visibles dans certaines villes, où les réseaux de distribution d'eau potable nécessitent une attention urgente.

Ce mémoire de fin d'études se concentre sur le diagnostic et la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Halouiya. L'objectif principal est d'évaluer l'état actuel du réseau à l'aide du logiciel EPANET et de visites sur le terrain. Cette analyse permettra d'identifier les problèmes et défis existants afin de proposer des solutions techniques visant à optimiser le fonctionnement du réseau, réduire les pertes d'eau, et garantir une distribution fiable et durable de l'eau potable aux habitants, tout en répondant aux besoins prévus à l'horizon 2054.

Afin de mener à bien notre étude, nous l'avons subdivisée en sept chapitres, couvrant les différentes étapes nécessaires à l'analyse et à la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Halouiya. Nous commencerons par la collecte et l'analyse des données relatives à la zone d'étude, en prenant en compte les caractéristiques démographiques et géographiques. Ensuite, nous procéderons à une estimation des besoins en eau des habitants, en intégrant les prévisions de croissance démographique à l'horizon 2054.

Une étude de la capacité de stockage de l'eau sera ensuite réalisée afin de déterminer si les infrastructures actuelles sont suffisantes pour répondre aux besoins futurs. Cette étape sera suivie d'un diagnostic détaillé du réseau de distribution existant, visant à identifier les faiblesses, telles que les pertes d'eau et les déséquilibres de pression et de vitesse.

Par la suite, nous étudierons un réseau projeté, en veillant à assurer son bon fonctionnement, notamment en termes de répartition de la pression et de la vitesse. Nous proposerons également les équipements accessoires adéquats pour garantir une meilleure gestion du réseau. Enfin, nous aborderons l'organisation du chantier et l'élaboration d'un devis précis, permettant d'estimer les coûts des travaux et de planifier leur réalisation de manière optimale.

L'étude se termine par une conclusion générale résumant les principaux résultats obtenus et présentant des recommandations clés pour l'amélioration et la pérennisation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude.

Introduction :

Avant tout l'étude du projet d'alimentation en eau potable, il faut d'abord connaître les différentes caractéristiques de la zone d'étude, ces caractéristiques vont nous guider à faire un bon diagnostic de réseau de distribution et la mise en place du schéma d'alimentation projeté, ces caractéristiques sont représentées par la situation géographique, topographique, climatologique, géologique, hydrologique et hydraulique.

I.1 Situation géographique :

I.1.1 Présentation de la commune de Soumaa :

La commune de Soumaa est située au centre de la wilaya de Blida, à environ 8 km au nord-est de Blida et à environ 44 km au sud-ouest d'Alger et à environ 35 km au nord-est de Médea.

Elle s'étend sur une surface de **27.76** km².

La commune de **Soumaa** est limitée du point de vue administratif par :

- Au nord : la ville de Boufarik.
- Au sud : la ville de Chréa.
- A l'est : la commune de Bouinan.
- A l'ouest : la commune Guerouaou /d'Ouled Yaïch.

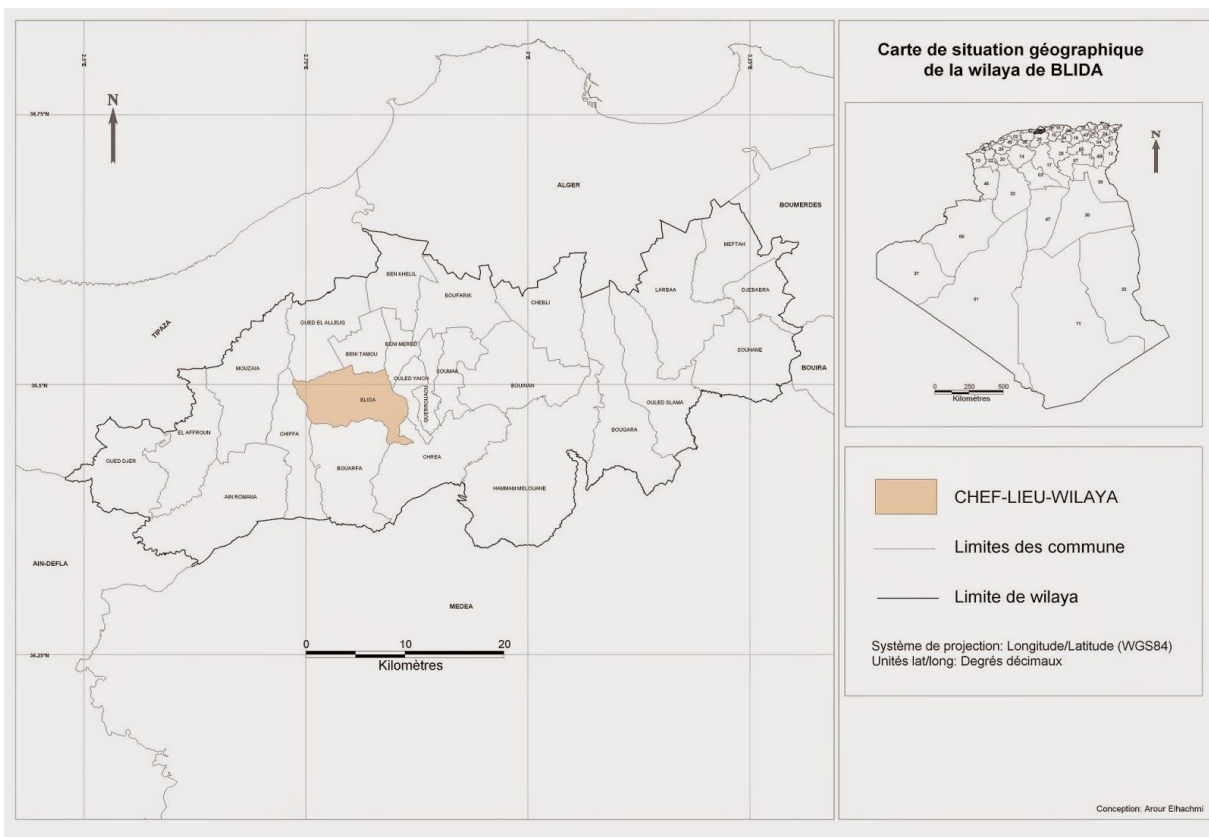


Figure I.1: carte de situation géographique de la wilaya de BLIDA.

(Source : decoupageadministratifalgerie.blogspot.com).

I.1.2 Présentation de la zone d'étude :

La commune de Soumàa est constituée de deux zones, une partie en plaine est une autre en montagne. Elle est composée de sept centres ruraux en l'occurrence Soumàa et Feroukha, Chrifia, Saada, Bahli et Ghraba et Halouiya.

Pour cette étude, nous nous concentrons sur le centre de HALOUIYA, localisé au nord de la commune de Soumaa, avec les coordonnées géographiques suivantes :

- latitude : 36.538919°
- longitude : 2.910106°

Elle s'étend sur une surface de **3,58 km²**.

I.2 Situation topographiques :

La zone fait partie de la plaine de la Mitidja, elle est caractérisée par une morphologie plane avec des faibles pentes inférieure à 8% avec des altitudes variant de 79 à 158 m.

Cette configuration topographique relativement uniforme favorise un écoulement d'eau gravitaire régulier, mais nécessite néanmoins une gestion prudente des pressions dans le réseau d'alimentation en eau potable pour éviter les déséquilibres hydrauliques entre les zones les plus basses et les plus élevées.



(Source : www.topographic-map.com)

I.3 Les caractéristiques climatiques :

I.3.1 Le climat :

La zone est soumise à un climat méditerranéen à tendance subhumide, marqué par des hivers doux et pluvieux, accompagnés de chutes de neige au-dessus de 800 mètres d'altitude, ainsi que des étés chauds et secs.

I.3.2 La température :

La température moyenne annuelle est de 18,3°C, tel que 11,5°C en hiver et 33°C en été. Les jours de gels de 3 jours /an alors que le brouillard totalise 58,5 jours /an.

Le tableau ci-dessous représente les variations des températures moyennes mensuelles :

Tableau I.1: Température moyennes mensuelles durant la période (2011-2021).

Mois	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	11	12	15	18	22	28	33	32	27	22	16	13

(Source : ANRH)

I.3.3 La pluviométrie :

D'après l'ANRH, la zone reçoit une hauteur pluviométrique annuelle comprise entre 300 et 500 mm, selon la période considérée. Ces précipitations sont concentrées pendant les mois pluvieux (d'octobre à mars), tandis que les pluies sont rares pendant l'été.

Le tableau ci-dessous représente les valeurs des précipitations mensuelles :

Tableau I.2: Précipitation moyennes mensuelles durant la période (2011-2021).

Mois	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitation (mm)	85	117	85	64	59	21	10	8	28	48	88	96

(Source : ANRH)

I.3.4 Le vent :

Le vent dominant dans la région d'étude est orienté comme suit :

- Direction ouest durant l'hiver.
- Direction nord-est durant l'été.

Le vent est généralement faible mise à part les quelques jours de l'été qui présente des vents sirocos de 10,8 jours /an. (Source ANRH)

I.4 Sismicité :

D'après le règlement parasismique Algérie (version 2003), le territoire algérien est divisé en quatre zones sismiques :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone II : sismicité moyenne (a et b)
- Zone III : sismicité forte

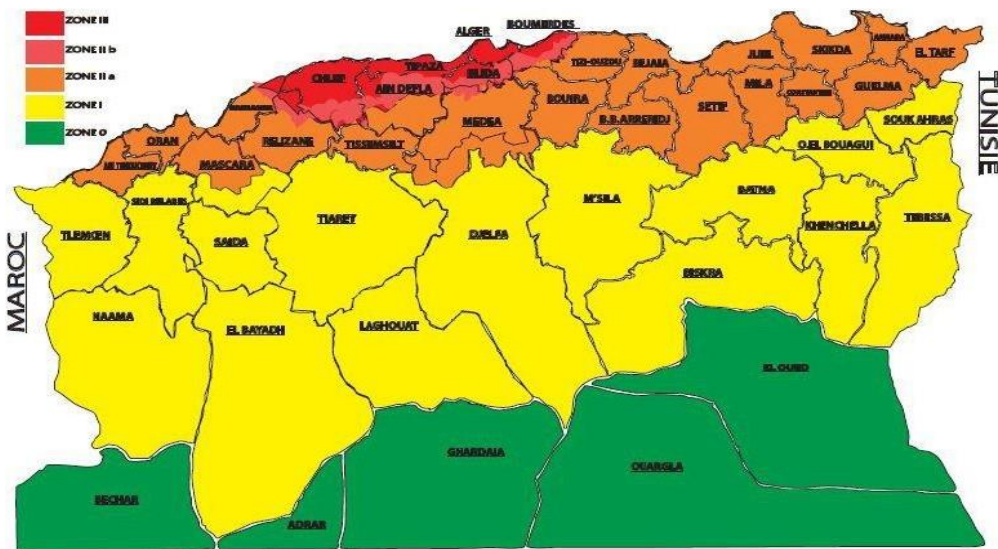


Figure I.3: Carte de zonage sismique de l'Algérie.

La sismicité de la zone d'étude n'est pas négligeable, elle se trouve entre la zone (II-b) et la zone (III) de la carte de zonage sismique de territoire national ou les activités sismiques sont moyennes à forte. Ce qui impose de renforcer les infrastructures du réseau d'eau potable, en choisissant des matériaux adaptés et des techniques de pose résistantes aux secousses sismiques.

I.5 La géologie :

La zone d'étude fait partie de la Mitidja qui est un grand bassin alluvionnaire constitué de :

- Les marnes et argiles grisâtre et bleuâtre, schisteuses par endroits et carbonaté du crétacé inférieur.
- Les éboulis, conglomérats, graviers dans une matrice limono argileuse occupant les parties basses du piémont.
- Les graviers, alluvions, les sables de la plaine.

Sur le plan structural et tectonique, ya deux principales failles mais qui n'affecte pas directement la zone prospectée. Elles sont situées en amont du piémont de la commune de Soumâa.

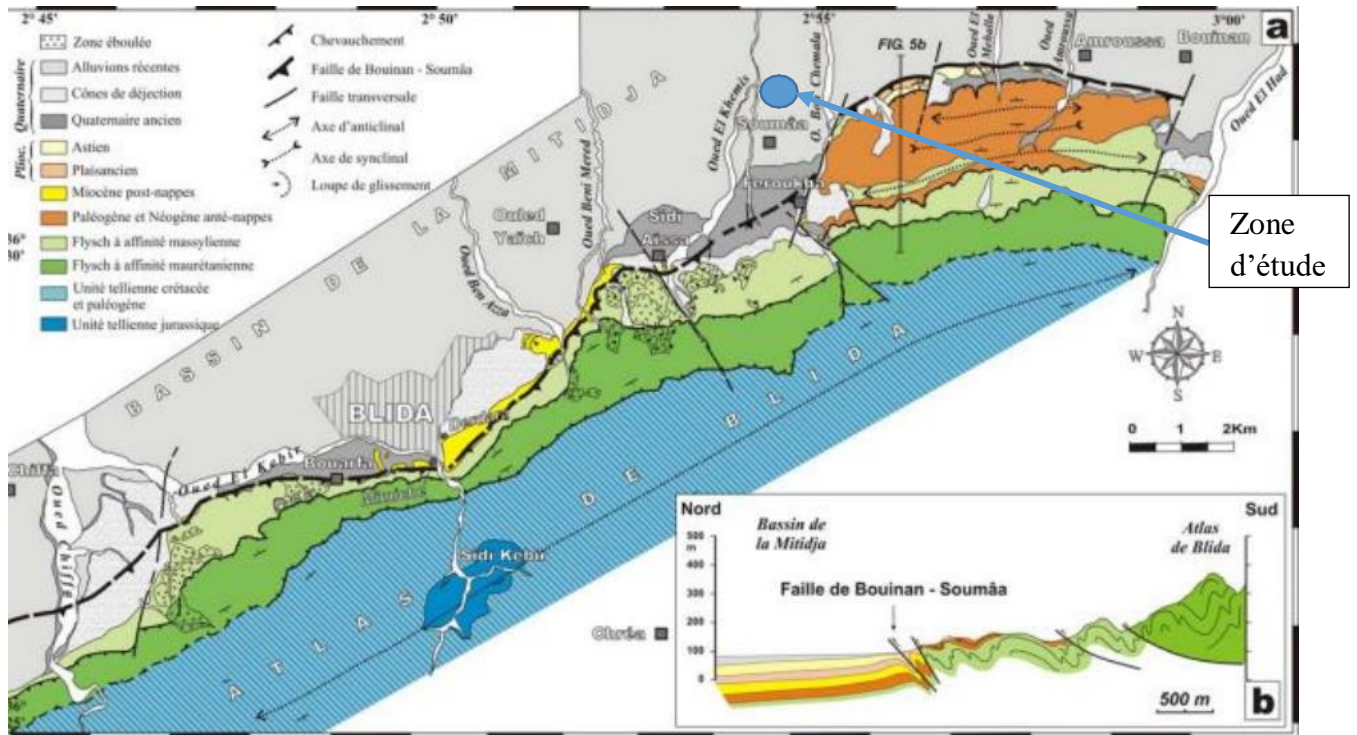


Figure I.4: Carte (a) et coupe (b) géologique, montrant l'organisation des principales unités tectono-stratigraphiques dans la région de Blida.

(Source : Bulletin du Service Géologique National Vol. 21 n° 1. 2010)

Recommandations :

Pour optimiser l'approvisionnement en eau potable, les mesures suivantes sont recommandées :

- Evaluer les ressources en eau souterraines pour mieux comprendre leur disponibilité.
- Mettre en place des systèmes pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales et réduire le ruissellement.
- Etablir un programme de contrôle pour détecter la contamination liée aux caractéristiques géologiques.
- Créer des zones de protection autour de ressource en eau pour prévenir la pollution.

I.6 Situation hydraulique :

Les ressources en eau de la région se composent :

I.6.1 Des eaux des nappes souterraines de la région :

Actuellement la région alimentée par 4 forages .Les caractéristiques de ces derniers sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau I. 3 : Les caractéristiques des différents forages

Ouvrage	Centre	X(m)	Y(m)	CTN (m)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Débits(l/s)	Hmt (m)
F02	Halouia	2,902078	36,53518	121,08	55	128	2,5	130
F01	Halouia	2,903036	36,53818	121	100	110	8,4	115
F	Rabah djellouli	2,914192	36,53597	117,20	80	120	2,5	160
F03	Halouia	2,899136	36,54229	98	74	150	3	170

(Source : unité de production algérienne +Dre de Blida)

I.6.2 Les ouvrages de stockages :

L'agglomération de **Halouiya** située au nord de la commune est alimentée à partir d'un réservoir de capacité de **1000 m³** de type semi enterrés en bon état dont l'arrivée de l'eau à ce réservoir est assurée à partir d'une station de pompage de Halouiya et le réservoir de Ferroukha (1500 m³).

Les caractéristiques de ces derniers sont données par le tableau suivant :

Tableau I.4: Caractéristique des réservoirs

N°	Nom	Volume (m ³)	Forme	Mise en service	Etat structural	CTR(m)
01	Réservoir de Halouiya	1000	Circulaire	/	Bon état	182,50
02	Réservoir de Halouiya	(2*100)	Circulaire	/	Demande une réhabilitation	116,92
03	Réservoir de ferroukha	1500	Circulaire	/	Bon état	229,90

(Source : Dre de Blida)

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la ville de Halouiya en détaillant ses principales caractéristiques, notamment sa topographie, avec un terrain relativement plat et des pentes faibles. Nous avons également pris en compte son classement en zone sismique de moyenne à forte intensité, ce qui influence directement la conception et la durabilité du réseau d'alimentation en eau potable (AEP).

L'état actuel du réseau a été examiné en tenant compte de ces particularités géographiques et sismiques, qui peuvent impacter la stabilité des infrastructures et la distribution de l'eau. Ces éléments constituent le point de départ de notre étude, visant à analyser et diagnostiquer le réseau AEP du centre de Halouiya, commune de Soumaa, afin de proposer des solutions aux problématiques actuelles et anticiper les besoins futurs de cette agglomération en eau potable.

Chapitre II

Evaluation des besoins en eau potable.

Introduction :

L'estimation des besoins en eau pour l'alimentation en eau potable d'une agglomération nécessite une fixation impérative des normes pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) représente la quantité journalière d'eau potable par unité de consommateur (habitants, élève, employé, etc.).

Cette estimation des besoins dépend de plusieurs facteurs, tels que l'évolution de la population, les équipements existants, et le niveau de vie de la population. Ces facteurs varient d'une agglomération à une autre et d'une période à une autre.

Ce chapitre vise à estimer la population future de l'agglomération et à calculer les besoins en eau pour l'année 2054 en prenant en compte les besoins actuels et à court terme.

II.1 Estimation de la population future :

L'estimation de la population future est exécutée pour l'horizon 2054.

Selon l'Assemblée Populaire Communale (APC) de la commune de Soumaa, le taux d'accroissement de la région est de 2%. Ce choix est basé sur le développement du tissu urbain et l'horizon d'étude.

D'après le Recensement Général de la Population et l'Habitat effectué en Novembre 2022, la population de HALOUIYA est estimée à 14400 habitants, le nombre des habitants de future est estimé par la formule des intérêts composés suivante :

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

Avec :

- P_n : population future prise à l'horizon quelconque (habitants). (2054)
- P_0 : population de l'année de référence (habitants). (2022)
- τ : taux d'accroissement annuel de la population (2%) (Source : DRE Blida)
- n : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Les résultats de calcul sont présentés dans le Tableau II.1 et la figure II.1

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

Zone d'étude	Nombre habitants en 2024	Nombre habitants en 2024	Nombre habitants en 2054
Centre de HELOUIYA	14400	14982	27138

II.2 Evaluation des besoins en eau potable :

Dans n'importe quelle zone urbaine, la demande en eau dépend du développement démographique, de l'amélioration du mode de vie de la population ainsi que des équipements existants. Pour notre projet, la dotation utilisée pour le calcul du réseau est de 150 litres par jour par habitant (Source : DRE de Blida).

II.2.1 Les besoins en eau domestique :

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

$$Q_{\text{moy, j(Domestique)}} = \frac{N_i \cdot \text{Dot}}{1000} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{j}} \right) \dots \dots \dots (II - 2)$$

Avec :

$Q_{\text{moy, j}}$: Consommation moyenne journalière en m^3/j

Dot: Dotation journalière en litre/jours/habitant.

N_i : Nombre d'habitants.

Tableau II.2: Récapitulatif des besoins en eau domestiques.

Horizon	Population	Dotation (l/j/hab.)	$Q_{\text{moy, j}} (\text{m}^3/\text{j})$
2024	14982	150	2293,275
2054	27138	150	4116,675

II.2.2 Les besoins d'équipements :

L'évaluation des besoins en eau des équipements est essentielle pour estimer la quantité d'eau nécessaire à l'agglomération afin d'éviter toute perturbation. À cette fin, la dotation moyenne journalière est choisie en fonction de chaque type d'équipement.

Le calcul des besoins en eau des équipements publics est effectué comme suit :

$$Q_{\text{moy, j}} = \sum \frac{N_i \cdot \text{Dot}}{1000} (\text{m}^3/\text{j}) \dots \dots \dots (II-3)$$

II.2.3 Besoins scolaires :

Les besoins des différents équipements scolaires regroupés dans la zone d'étude sont répertoriés dans le tableau (II-3).

Tableau II. 3: Tableau récapitulatif des besoins scolaires.

Equipements	Nombre d'unité	Unité	Dotation (l/s/unité)	Q (m ³ /j)
Crèche	200	Enfant	15	3
primaire	800	Elève	15	12
CEM	400	Elève	15	6
				Total= 21m ³ /j

II.2.4 Besoins commerciaux :

Les besoins des différents équipements commerciaux regroupés dans la zone d'étude sont répertoriés dans le tableau (II-4).

Tableau II.4: Tableau récapitulatif des besoins commerciaux.

Equipements	Nombre d'unité	Unité	Dotation (l/s/unité)	Q (m ³ /j)
Salle de soin	10	unité	10	0,1
				Total= 0,1 m ³ /j

II.2.5 Besoins socioculturels :

Les besoins des différents équipements scolaires regroupés dans la zone d'étude sont répertoriés dans le tableau (II-5)

Tableau II. 5: Tableau récapitulatif des besoins socioculturels.

Equipements	Nombre d'unité	Unité	Dotation (l/s/unité)	Q (m ³ /j)
Mosquée	450	Fidèle	15	6,75
				Total= 6,75m ³ /j

II.2.6 Besoins Administratifs et militaires :

Les besoins des différents équipements Administratifs et militaires regroupés dans la zone d'étude sont rassemblés dans le tableau (II-6).

Tableau II.6: Tableau récapitulatif des besoins administratifs et militaires.

Equipements	Nombre d'unité	Unité	Dotation (l/s/unité)	Q (m ³ /j)
La poste	25	Employé	15	0,125
Ecole de police	1200	Employé	15	18
				Total= 18,125m ³ /j

Les dotations en eau utilisées proviennent des données issues de la Direction des Resource en Eau de Blida.

II.3 Récapitulation des besoins en eau totaux :

Les besoins totaux du centre de HALOUIYA pour les différentes catégories de besoin sont groupés dans le tableau (II.7).

Tableau II.7: Récapitulation des besoins en eau totaux.

Besoin Année	Domestique (m ³ /j)	Scolaire (m ³ /j)	Socioculturel (m ³ /j)	Commercial (m ³ /j)	Administratif et militaires (m ³ /j)	Total (m ³ /j)
2024	2293,275	21	6,75	0,1	18,125	2293,275
2054	4116,675	21	6,75	0,1	18,125	4116,675

La consommation moyenne journalière des différentes catégories de notre projet d'étude pour L'horizon 2054 sera **4116,675 m³/j**.

II.4 Variation de la consommation journalière :

Durant la journée, la consommation d'eau n'est pas régulière, elle présente des variations avec des maximums et des minimums. Ces variations sont caractérisées par des coefficients d'irrégularité K_{max} et K_{min} .

$$K_{\max(\min)j} = \frac{\text{consommation maximale (minimale) journalière}}{\text{consommation moyenne journalière}} = \frac{Q_{\max(\min),j}}{Q_{\text{moy},j}} \dots\dots (II-4)$$

II.4.1 Consommation maximale journalière :

La consommation journalière maximale, représente le débit d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année. Elle s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} * Q_{\text{moy},j} \dots \dots \dots (II-5)$$

Avec :

$K_{\max,j}$: Coefficient d'irrégularité journalier maximum, $K_{\max,j}$ varie entre {1,1~1,3}

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

Tableau II. 8 : Variation de la consommation journalière maximale.

Horizon	$Q_{\text{moy},j}$ (m ³ /j)	$K_{\max,j}$	$Q_{\max,j}$ (m ³ /j)
2024	2293,275	1,3	2981,2575
2054	4116,675	1,3	5351,6775

II.4.2 Consommation minimale journalière :

La consommation journalière minimale, représente le débit du jour où la consommation est la moins élevée de l'année. Elle est déterminée par la relation suivante :

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} * Q_{\text{moy},j} \dots \dots \dots (II-6)$$

$K_{\min,j}$: Coefficient d'irrégularité journalière minimale, $K_{\min,j}$ varie entre {0,7~0,9} .

Dans notre étude nous prenons $K_{\min,j}=0,8$

Tableau II.9: Variation de la consommation journalière minimale.

Horizon	$Q_{\text{moy},j}$ (m ³ /j)	$K_{\min,j}$	$Q_{\min,j}$ (m ³ /j)
2024	2293,275	0,8	1834,62
2054	4116,675	0,8	3293,34

II.5 Variation des débits horaires :

II.5.1 Débit moyen horaire :

Ce débit correspond à un débit de consommation moyen pendant la journée la plus chargée. Il est donné par la formule par suivante :

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

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

$Q_{\max,h}$: Débit maximum horaire (m³/h).

II.5.2 Débit maximal horaire :

Ce débit correspond au pic de consommation atteint durant l'heure la plus chargée de la journée. Il sert à dimensionner le réseau de distribution à l'intérieur de l'agglomération. Cette valeur est déterminée par la formule suivante :

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} * Q_{\text{moy},h} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec :

$K_{\max,h}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation horaire maximale et il est déterminé par la formule suivante :

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

Avec : α_{\max} varie entre {1,2~1,4}

Dans notre étude nous prenons : $\alpha_{\max} = 1,3$

Tableau II. 10: Les valeurs de β_{\max} en fonction de la population.

habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000
β_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15

Tableau II.11 : Variation de la consommation horaire maximale.

Horizon	α_{\max}	β_{\max}	$K_{\max,h}$	$Q_{\text{moy},h} \text{ (m}^3\text{/h)}$	$Q_{\max,h} \text{ (m}^3\text{/h)}$
2024	1,3	1,25	1,625	124,219063	201,855977
2054	1,3	1,165	1,514	222,986563	337,713149

II.5.3 Débit minimal horaire :

Ce débit correspond au débit de consommation de l'heure la moins élevée, il est donné par la formule suivante :

$$Q_{\min,h} = K_{\min,h} * Q_{\text{moy},h}$$

Avec :

$K_{\min,h}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation horaire minimum et il est déterminé par la formule suivante :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} * \beta_{\min}$$

Avec : α_{\min} varie entre {0,4~0,6}

Dans notre étude nous prenons $\alpha_{\min}=0,6$

Tableau II. 12 : Les valeurs de β_{\min} en fonction de la population.

population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000
β_{\min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6

Tableau II. 13 : Variation de la consommation horaire minimale.

Horizon	α_{\min}	β_{\min}	$K_{\min,h}$	$Q_{\text{moy},h} (m^3/h)$	$Q_{\min,h} (m^3/h)$
2024	0,6	0,45	0,27	124,219063	33,5391469
2054	0,6	0,57	0,342	222,986563	76,2614044

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

La consommation d'une agglomération varie d'une heure à l'autre en fonction du nombre d'habitants.

Remarque : Pour notre cas on choisit la répartition variant de 10 001 à 50 000 habitants pour les années 2024, et 2054. (Annexe I)

Le débit horaire est obtenu par la formule suivante :

$$Q_h = (C_h \% \times Q_{\max,j}) / 100$$

Avec : Q_h : Débit horaire nécessaire.

C_h %: Pourcentage horaire.

La répartition horaire des débits de consommation journalière pour l'horizon actuel et les horizons 2039 et 2054 de notre étude sont indiqués dans les tableaux (II-14) et (II-15).

Tableau II. 14: Variation de la consommation horaire pour notre agglomération (2024).

Heures	Horizon 2024			
	Q _{max, j} = 2981,2575m ³ /j		Consommation cumulée	
(h)	%	m ³ /h	%	m ³ /h
00h-01h	1,5	44,719	1,5	59,326
01h-02h	1,5	44,719	3	118,652
02h-03h	1,5	44,719	4,5	177,978
03h-04h	1,5	44,719	6	237,305
04h-05h	2,5	74,531	8,5	336,182
05h-06h	3,5	104,344	12	474,610
06h-07h	4,5	134,157	16,5	652,589
07h-08h	5,5	163,969	22	870,119
08h-09h	6,25	186,329	28,25	1117,312
09h-10h	6,25	186,329	34,5	1364,505
10h-11h	6,25	186,329	40,75	1611,698
11h-12h	6,25	186,329	47	1858,891
12h-13h	5	149,063	52	2056,645
13h-14h	5	149,063	57	2254,399
14h-15h	5,5	163,969	62,5	2471,929
15h-16h	6	178,875	68,5	2709,234
16h-17h	6	178,875	74,5	2946,540
17h-18h	5,5	163,969	80	3164,07
18h-19h	5	149,063	85	3361,824
19h-20h	4,5	134,157	89,5	3539,803
20h-21h	4	119,250	93,5	3698,006
21h-22h	3	89,438	96,5	3816,659
22h-23h	2	59,625	98,5	3895,761
23h-00h	1,5	44,719	100	3955,087

D'après le tableau ci-dessus on trouve le débit de pointe :

$$Q_{\max,h}=186,329 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min,h}=44,719 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Les résultats obtenus nous permettent de tracer l'histogramme de la consommation d'eau de l'agglomération.

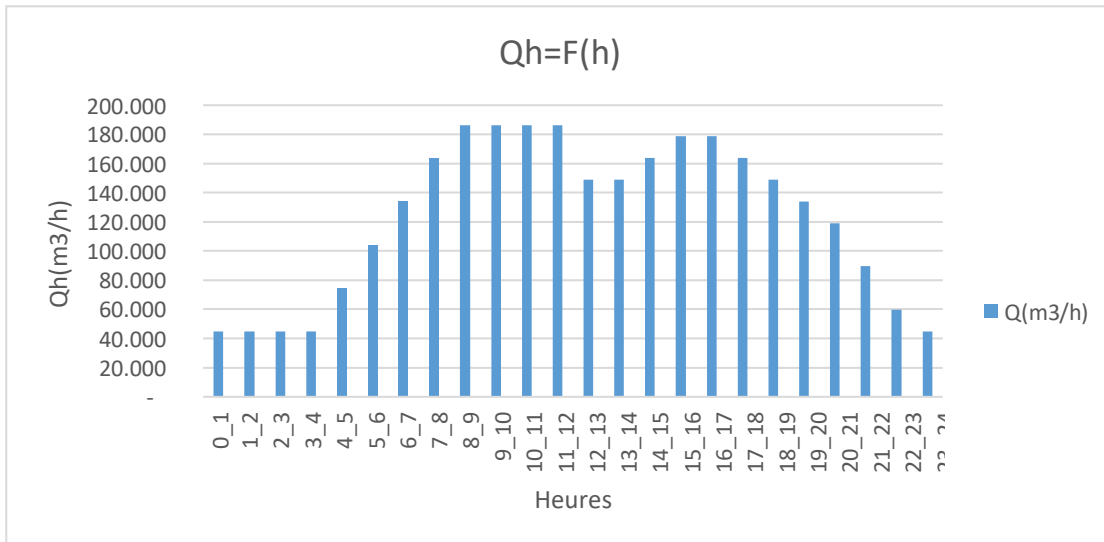


Figure II.1: Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération(2024).

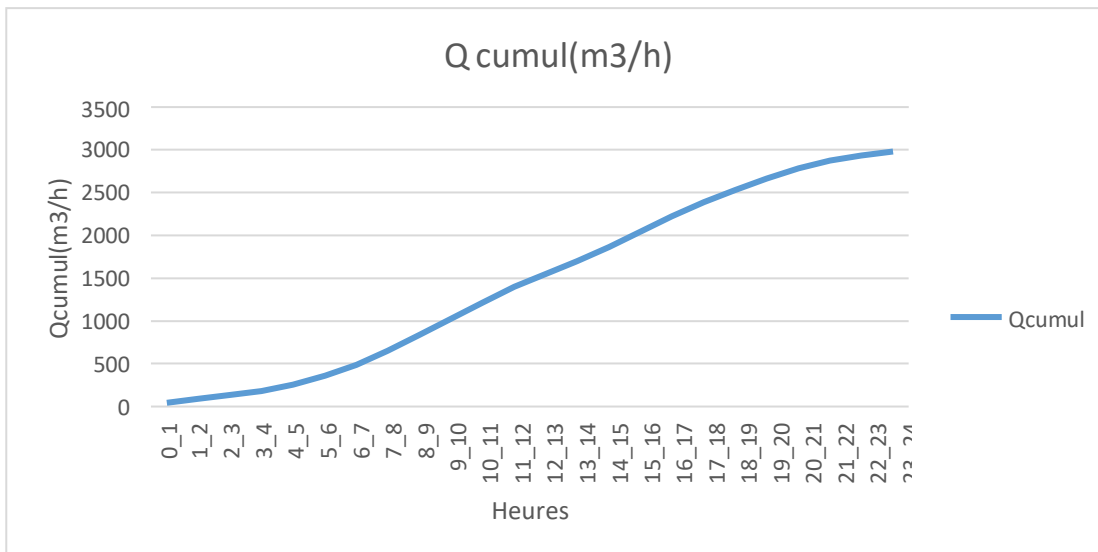


Figure II.2: La courbe de la consommation horaire cumulée Qh (2024).

Tableau II. 155: Variation de la consommation horaire pour notre agglomération (2054).

Heures	Horizon 2054			
	Q _{max} , j = 5351,6775m ³ /j		Consommation cumulée	
(h)	%	m ³ /h	%	m ³ /h
00h-01h	1,5	80,275	1,5	80,275
01h-02h	1,5	80,275	3	160,550
02h-03h	1,5	80,275	4,5	240,825
03h-04h	1,5	80,275	6	321,101
04h-05h	2,5	133,792	8,5	454,893
05h-06h	3,5	187,309	12	642,201
06h-07h	4,5	240,825	16,5	883,027
07h-08h	5,5	294,342	22	1177,369
08h-09h	6,25	334,480	28,25	1511,849
09h-10h	6,25	334,480	34,5	1846,329
10h-11h	6,25	334,480	40,75	2180,809
11h-12h	6,25	334,480	47	2515,288
12h-13h	5	267,584	52	2782,872
13h-14h	5	267,584	57	3050,456
14h-15h	5,5	294,342	62,5	3344,798
15h-16h	6	321,101	68,5	3665,899
16h-17h	6	321,101	74,5	3987,000
17h-18h	5,5	294,342	80	4281,342
18h-19h	5	267,584	85	4548,926
19h-20h	4,5	240,825	89,5	4789,751
20h-21h	4	214,067	93,5	5003,818
21h-22h	3	160,550	96,5	5164,369
22h-23h	2	107,034	98,5	5271,402
23h-00h	1,5	80,275	100	5351,678

D'après le tableau de la répartition journalière de la consommation, on a un débit maximal horaire estimé de **334,480m³/h** durant les heures de pointe (entre 9h et 12h); ce débit sera la base du diagnostic et dimensionnement de notre réseau d'AEP.

$$Q_{\max h} = 334,480 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min h} = 80,275 \text{ m}^3/\text{h}$$

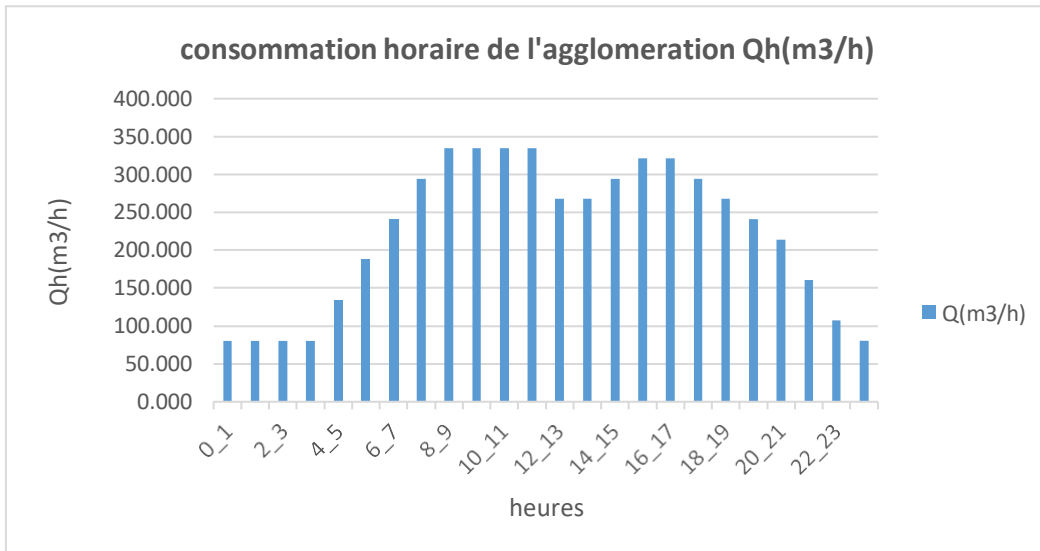


Figure II.3: Histogramme de la consommation horaire de l'agglomération (2054).

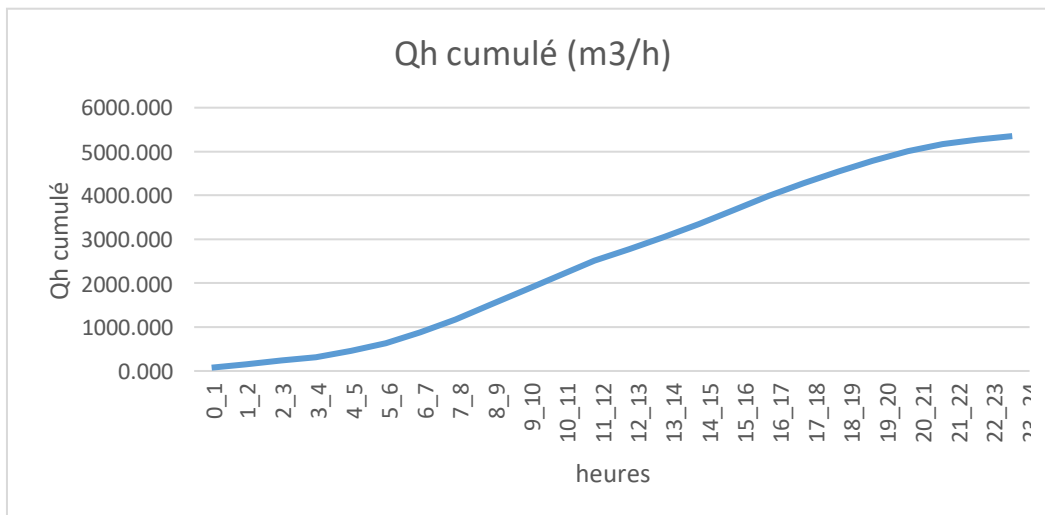


Figure II.4 : La courbe de la consommation horaire cumulée Qh (2054).

II.7 Bilan de ressources en eau et les besoins pour l'horizon 2024 jusqu'à 2054 :

Après avoir calculé la consommation journalière maximale, il est nécessaire de vérifier si nos sources vont satisfaire la demande de notre agglomération dans le temps. Nous allons donc déterminer l'équilibre hydrique en comparant les ressources disponibles aux besoins estimés.

Tableau II. 166: Production de la ressource "Halouiya".

	Ressources	Production	
		l/s	m3/j
Halouiya	F1	8,4	725,76
	F2	2,5	216
	F3	3	259,2
	F	2,5	216
	Total	16,4	1416,96

(Source DRE Blida)

Le tableau suivant nous permet de mettre une comparaison entre les besoins en eau potable de la ville de **Halouiya** et la capacité de stockage disponible pour les différents horizons.

Tableau II.177 : Bilan de ressources en eau et les besoins

Horizon	2024	2054
Besoins journalières (m3/j)	3955,0875	7115,6475
Production des forages (m3/j)	1416,96	1416,96
bilan (m3/j)	-1564,2975	-3934,7175
Déficit l/s	-18,1052951	-45,5407118

Les résultats obtenus nous permettent de tracer le diagramme de bilan de ressource en et les besoins d'eau de l'agglomération.

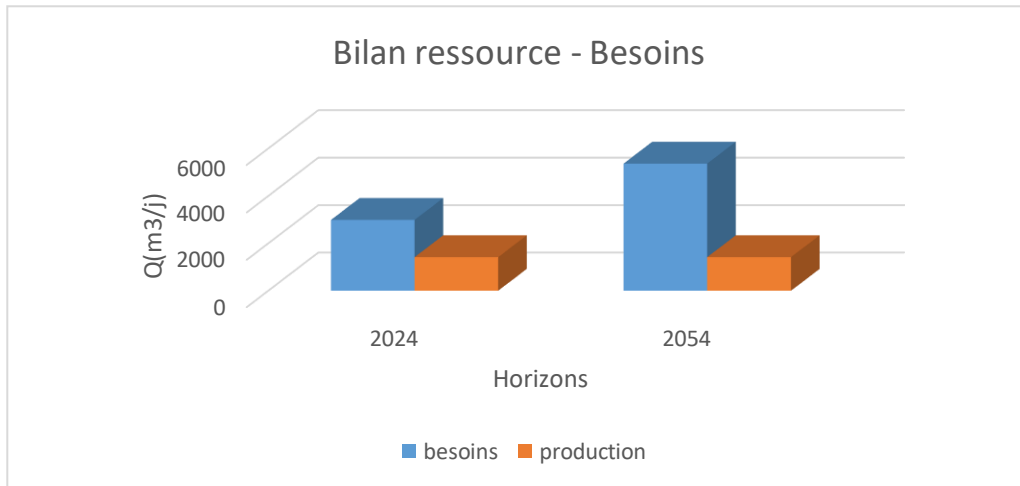


Figure II.5 : Diagramme de bilan de ressource en eau et les besoins

Remarque :

Selon le bilan des Besoins en eau potable et le volume produit pour l'agglomération :

- Les ressources en eau disponibles ne suffisent pas à répondre aux besoins actuels, Un déficit est prévu à partir de l'horizon 2024 et devrait se poursuivre jusqu'à l'horizon 2054, avec un débit de 45 m³/jour. Il est donc nécessaire de rechercher de nouvelles sources d'eau supplémentaires.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons identifié les différentes catégories de consommateurs de notre agglomération et calculé les débits journaliers maximum et minimum pour différents horizons temporels. À partir de ces données, nous avons tracé les courbes de consommation, ce qui nous a permis de déterminer les débits horaires maximum, minimum et moyens. Ces débits constituent des points de référence essentiels pour le diagnostic et le dimensionnement du réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP) de la région d'étude.

Nous avons observé que la période de pointe s'étend de 9h à 12h, avec un débit maximal (Q_{max}) de 334,480 m³/h et un débit minimal (Q_{min}) de 80,275 m³/h. Le débit de pointe est donc un indicateur clé pour le diagnostic et le dimensionnement du réseau, permettant de garantir une distribution optimale de l'eau en fonction des besoins réels.

Concernant les ressources disponibles, il apparaît qu'elles ne sont plus suffisantes pour répondre aux besoins actuels de l'agglomération. Un déficit est prévu à partir de l'horizon 2024, avec une aggravation progressive jusqu'en 2054, où un manque estimé à 45 m³/jour sera observé. Ce constat met en lumière l'urgence de trouver de nouvelles ressources d'eau afin de sécuriser l'approvisionnement en eau potable pour les prochains horizons.

Chapitre III

Diagnostic du réseau D'alimentation en eau potable

Introduction :

Ce chapitre propose et met en œuvre une méthodologie scientifique prenant en compte les caractéristiques techniques du réseau existant pour détecter d'éventuelles défaillances.

Le diagnostic vise à comprendre le fonctionnement des réseaux d'AEP et à établir une liste de recommandations et d'améliorations pour répondre aux besoins futurs en termes de quantité et de qualité de l'eau. Il se divise en deux parties : le diagnostic physique, qui évalue l'état des conduites et des ouvrages hydrauliques, et le diagnostic hydraulique, qui analyse les différents paramètres hydrauliques.

III.1 Objectifs :

L'étude de diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable permet d'évaluer deux aspects fondamentaux :

- 1. L'aspect physique :** Une inspection détaillée du réseau sera effectuée pour évaluer l'état des canalisations et des équipements. Cette évaluation inclura la détection de fuites, la recherche de signes de corrosion, d'obstructions et d'autres dégradations pouvant perturber le fonctionnement du réseau. Les problèmes identifiés seront suivis de la planification des réparations ou remplacements nécessaires pour garantir un approvisionnement en eau potable fiable et de qualité aux habitants de Halouiya.
- 2. L'aspect hydraulique :** Une analyse des pressions et des vitesses de l'eau sera réalisée à différents points du réseau. Cette approche permettra d'identifier d'éventuelles fluctuations de pression et de débit dans les conduites, pouvant influencer la répartition homogène de l'eau dans les divers secteurs.

III.2 Diagnostic du réseau de distribution :

III.2.1 Diagnostic physique :

Un diagnostic physique consiste à effectuer une visite sur le terrain pour évaluer l'état des canalisations et des équipements du réseau de distribution.

III.2.1.1 Analyse des canalisations :

Le réseau de distribution de la ville de Halouiya est de type mixte : maillé et ramifié, et s'étend sur une longueur de 23 059 mètres. Ce réseau comprend des conduites dont les diamètres variés, allant de DN 63 à DN 250. Il est essentiellement constitué de conduites en amiante ciment, en PVC et en PEHD.

Tableau III.1: Linéaire des conduites de distribution en fonction de leur taille et du matériau utilisé :

Matériaux	Diamètre (mm)	Longueur(m)
PVC	63	2659
	110	3168
AMC	80	7370
	100	1086
	125	1290
	150	1302
	250	2734
PEHD	63	2069
	90	1060
	110	321
Total		23059

Le récapitulatif est donné dans le **Tableau III.2**

Tableau III.2: Pourcentage de distribution des conduites selon les types de matériau :

Matériau	Longueur(m)	Longueur(%)
PEHD	3667	15
AMC	13885	60
PVC	5537	25
Total	23059	100%

III.2.1.2 Analyse par type de diamètre :

Le réseau de distribution de Halouiya est composé de trois types de diamètre : amiante ciment, PVC et PEHD.

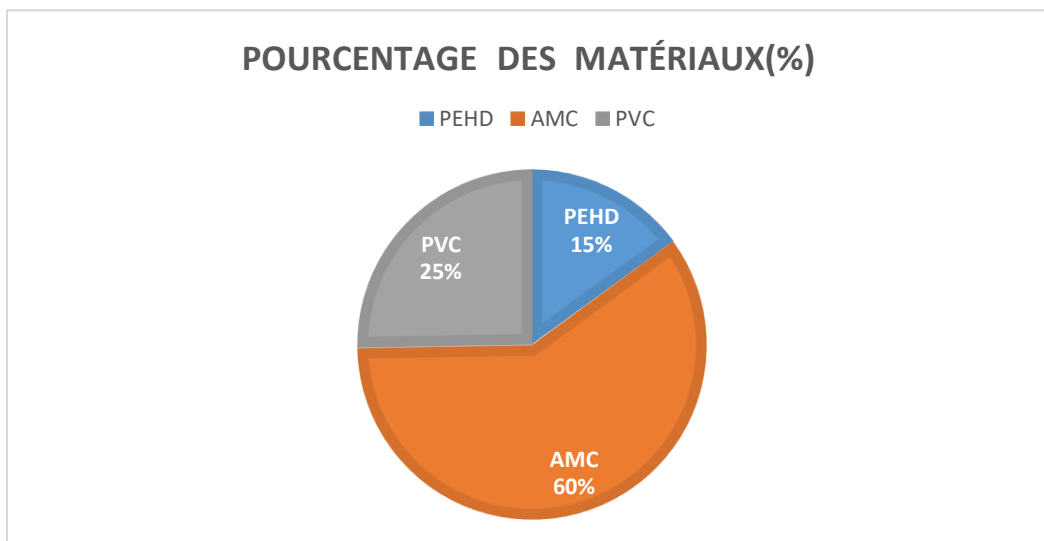


Figure III.1: Diagramme circulaire des répartitions des matériaux.

Interprétation :

- Les conduites en AMC représentent la majorité du réseau existant (environ 60%). Bien qu'elles aient été largement utilisées pour l'alimentation en eau potable, elles posent des risques pour la santé et se dégradent avec le temps. C'est pourquoi nous recommandons de les remplacer par des conduites en PEHD.
- Les conduites en PVC représentent environ 25 % du réseau. Elles offrent une longue durée de vie et sont moins susceptibles de se détériorer avec le temps. Cependant, étant de type collé, elles présentent un risque accru de fuites.
- Les conduites en PEHD sont actuellement peu répandues dans le réseau, avec une présence d'environ 15%. Cependant, elles présentent des performances supérieures grâce à des joints plus efficaces comparés à ceux des autres types de conduites.

III.2.1.3 Analyse des conduites par diamètre :

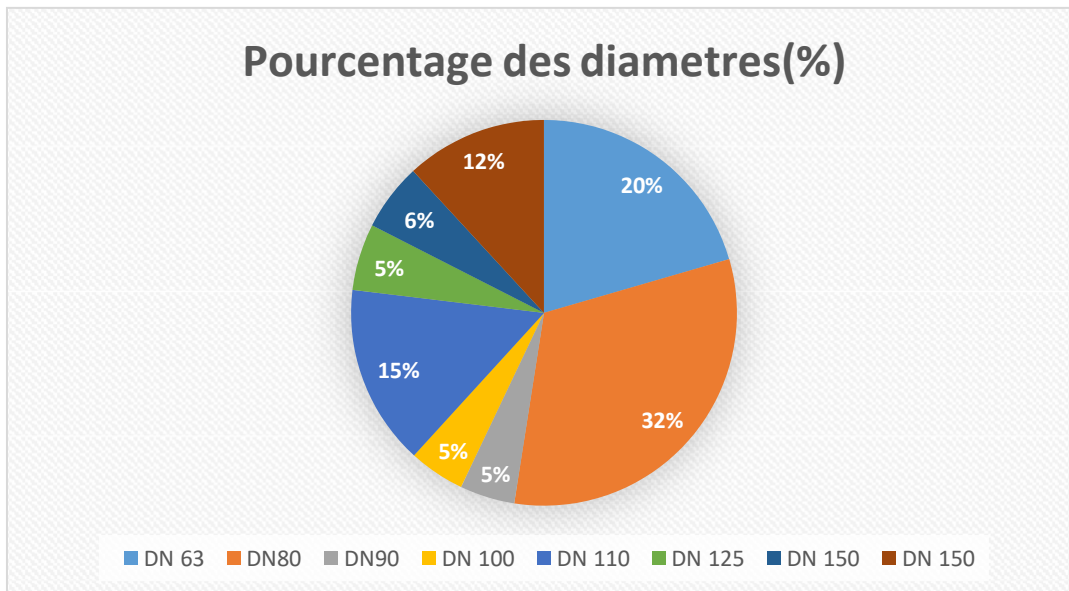


Figure III.2 : Diagramme circulaire des répartitions par diamètre du traçons.

Interprétation :

À travers le diagramme ci-dessus, montrant la répartition des diamètres des conduites du réseau, nous constatons que 30 % du linéaire total du réseau existant correspond à un diamètre de 80 mm, tandis que les conduites de diamètre 63 mm représentent 15 % du réseau existant.

Les caractéristiques et l'état des conduites existantes dans le réseau, notamment en termes de matériaux, d'ancienneté, et de conditions de fonctionnement, sont détaillés dans le tableau en annexe. (**Annexe III.1**)

III.2.2 Diagnostic hydraulique :

Le diagnostic hydraulique du réseau de distribution consiste à évaluer les paramètres suivants dans des situations critiques pour identifier d'éventuelles anomalies de fonctionnement hydraulique :

- Analyse des débits d'eau et des volumes nécessaires pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins prévus.
- Évaluation des pressions pour vérifier leur compatibilité avec les hauteurs des immeubles, tout en respectant les limites fixées entre 1 bar et 6 bars.
- Mesure des vitesses d'écoulement pour qu'elles se situent entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.

Les anomalies potentielles à identifier incluent :

- Pression inférieure à 1 bar ou supérieure à 6 bars.
- Identification de facteurs affectant la qualité de l'eau.
- Débit insuffisant ou excédentaire par rapport aux besoins.
- Vitesse inférieure à 0,5 m/s ou supérieure à 1,5 m/s.

Le calcul hydraulique de ce réseau est effectué à l'aide du logiciel de calcul Epanet.

III.2.2.1 Présentation du logiciel EPANET :

EPANET est un logiciel de simulation hydraulique et qualitative pour les réseaux d'eau potable. Il modélise les tuyaux, nœuds, réservoirs, pompes, clapets et divers types de vannes. EPANET calcule les débits dans chaque tuyau, les pressions à chaque nœud, et les niveaux d'eau à tout moment de la journée et de l'année. Il utilise différentes formules pour estimer les pertes de charge.

Le fonctionnement de ce réseau est basé sur 2 scénarios :

- Le cas de fonctionnement en période de débit maximal ($Q_{max, h}$).
- Le cas de fonctionnement en période de débit maximal inclut les conditions d'incendie.

III.2.2.2 Calcul des débits de dimensionnement :

❖ Cas de pointe (2024) :

- a) **Débit de pointe (route) :** Il est défini comme étant le débit de consommation reparti uniformément le long d'un tronçon du réseau. Ce débit sera calculé par la relation suivante :

$$\sum Q_r = Q_{cons} - \sum Q_{conc} \dots \dots \dots (III - 1)$$

Avec : $\sum Q_r$: somme des débits route (l/s)

Q_{cons} : débit consommé.

$\sum Q_{conc}$: somme des débits concentrés (l/s)

Tel que : $\sum Q_{conc} = 0$ (l/s)

Alors ; $Q_r = Q_{pte}$ Avec Q_{pte} = débit de pointe

D'après le tableau **Tableau (II-14)** de la consommation horaire de notre agglomération on dit que la pointe est entre (09 à 12) : $Q_{\max,h} = Q_{pte} = 186,840 \text{ m}^3/\text{h} = 51,90\text{l/s}$.

b) Débit spécifique : Il s'agit de la quantité d'eau utilisée par unité de temps pour chaque mètre linéaire de canalisation. Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum L_i} \quad [(\text{l/s})/\text{m}] \dots\dots\dots (III -2)$$

Q_p : Débit de pointe de la zone (l/s)

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

Alors :

$$q_{sp} = \frac{51,90}{21762} = \mathbf{0,0023849 \text{ l/s/m}}$$

c) Débit en route de chaque tronçon : Il est donné par la formule suivante :

$$q_{ri} = q_{sp} \times L_i \quad [l/s] \dots\dots\dots (III -3)$$

Avec : q_{ri} : Débit en route de chaque tronçon (l/s).

q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml).

d) Détermination des Débits aux nœuds :

Les débits aux nœuds ce sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, il sont déterminés par la relation suivante :

$$Q_{Ni} = 0.5 \times \sum q_{ri} + Q_{conc} \dots\dots\dots (III -4)$$

Avec : Q_i : est le débit du tronçon affectant ce nœud.

: Somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré.

$\sum q_{ri}$: Somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds.

Sachant que : $\sum Q_{ni} = Q_p = \text{l/s}$

Le tableau suivant présente les valeurs des débits routes et aux nœuds dans notre réseau :

Tableau III.3: Calcul des débits nodaux (réseau actuel l'horizon 2024)

Nœuds	Traçons	Longueur m	Qr L/S	Qni L/s
Nœud 1	1_2	197	0,469	0,235
Nœud 2	2_1	197	0,469	0,320
	2_4	34	0,081	
	2_106	37	0,088	
Nœud d3	3_4	205	0,488	0,244
Nœud 4	4_2	34	0,081	0,285
	4_3	205	0,488	

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud5	5_6	26	0,062	0,0310
Noeud6	6_5	26	0,062	0,328
	6_7	223	0,531	
	6_8	26	0,062	
Noeud7	7_6	223	0,531	0,266
Noeud8	8_6	26	0,062	0,324
	8_9	212	0,505	
	8_10	34	0,081	
Noeud9	9_8	212	0,505	0,253
Noeud10	10_8	34	0,081	0,321
	10_11	218	0,519	
	10_12	17	0,04	
Noeud11	11_10	218	0,519	0,260
Noeud12	12_10	17	0,04	0,30
	12_13	18	0,042	
	12_17	217	0,517	
Noeud13	13_12	18	0,042	0,322
	13_14	209	0,498	
	13_15	43	0,102	
Noeud14	14_13	209	0,498	0,249
Noeud15	15_13	43	0,102	0,399
	15_16	202	0,481	
	15_113	90	0,214	
Noeud16	16_15	202	0,481	0,241
Noeud17	17_12	217	0,517	0,259
Noeud18	18_113	63	0,150	0,621
	18_19	90	0,214	
	18_20	368	0,877	
Noeud19	19_18	90	0,214	0,107
Noeud20	20_18	368	0,877	0,644
	20_21	46	0,109	
	20_22	126	0,300	
Noeud21	21_20	46	0,109	0,055
Noeud22	22_20	126	0,300	0,463
	22_23	103	0,245	
	22_46	159	0,379	
Noeud23	23_22	103	0,245	0,328
	23_24	57	0,135	
	23_25	115	0,274	
Noeud24	24_23	57	0,135	0,068

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud25	25_23	115	0,274	0,425
	25_26	77	0,183	
	25_27	164	0,391	
Noeud26	26_25	77	0,183	0,092
Noeud27	27_25	164	0,391	0,456
	27_28	79	0,188	
	27_67	139	0,331	
Noeud28	28_27	79	0,188	0,266
	28_29	119	0,283	
	28_30	25	0,059	
Noeud29	29_28	119	0,283	0,142
Noeud30	30_28	25	0,059	0,293
	30_31	85	0,202	
	30_32	136	0,324	
Noeud31	31_30	85	0,202	0,101
Noeud32	32_30	136	0,324	0,423
	32_33	79	0,188	
	32_34	140	0,333	
Noeud33	33_32	79	0,188	0,094
Noeud34	34_32	140	0,333	0,388
	34_35	144	0,343	
	34_36	41	0,097	
Noeud35	35_34	144	0,343	0,172
Noeud36	36_34	41	0,097	0,228
	36_37	19	0,045	
	36_73	131	0,312	
Noeud37	37_36	19	0,045	0,218
	37_38	118	0,281	
	37_39	46	0,109	
Noeud38	38_37	118	0,281	0,141
Noeud39	39_37	46	0,109	0,217
	39_40	115	0,274	
	39_41	21	0,050	
Noeud40	40_39	115	0,274	0,137
Noeud41	41_39	21	0,050	0,243
	41_42	126	0,300	
	41_43	57	0,135	
Noeud42	42_41	126	0,300	0,150
Noeud43	43_41	57	0,135	0,413
	43_44	162	0,386	
	43_45	127	0,302	

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud44	44_43	162	0,386	0,193
Noeud45	45_43	127	0,302	0,609
Noeud46	45_77	63	0,150	
Noeud47	45_94	321	0,765	
	46_47	118	0,281	
Noeud46	46_48	67	0,159	0,410
	46_22	159	0,379	
Noeud47	47_46	118	0,281		0,141
Noeud48	48_46	67	0,159	0,396
	48_109	132	0,314	
	48_65	133	0,317	
	49_109	19	0,045	
Noeud49	49_50	84	0,200	0,198
	49_51	63	0,150	
Noeud50	50_49	84	0,200		0,258
	50_52	8	0,019	
	50_53	124	0,295	
	51_49	63	0,150	
Noeud51	51_55	500	1,192	1,207
	51_61	449	1,070	
Noeud52	52_50	8	0,019		0,498
	52_62	142	0,338	
	52_54	268	0,639	
Noeud53	53_50	124	0,295	0,148
Noeud54	54_52	268	0,639	0,320
Noeud55	55_51	500	1,192	2,626
	55_56	265	0,631	
	55_110	1437	3,427	
	56_55	265	0,631	
Noeud56	56_57	195	0,465	0,774
	56_61	189	0,450	
Noeud57	57_56	195	0,465		0,587
	57_58	33	0,078	
	57_60	264	0,629	
Noeud58	58_57	33	0,078	1,745
	58_59	1095	2,611	
	58_114	335	0,798	
Noeud59	59_58	1095	2,611		2,808
	59_114	1260	3,004	

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud60	60_57	264	0,629	0,547
	60_82	26	0,062	
	60_81	169	0,403	
Noeud61	61_56	189	0,450	0,917
	61_79	131	0,312	
	61_51	449	1,07	
Noeud62	62_52	142	0,338	0,169
Noeud63	63_64	227	0,541	0,271
Noeud64	64_63	227	0,541	0,932
	64_68	316	0,753	
	64_79	239	0,569	
Noeud65	65_48	133	0,317	0,435
	65_66	65	0,155	
	65_67	167	0,398	
Noeud66	66_65	65	0,155	0,078
Noeud67	67_65	167	0,398	0,205
	67_68	38	0,090	
	67_27	139	0,331	
Noeud68	68_67	38	0,090	0,239
	68_69	47	0,112	
	68_64	316	0,753	
Noeud69	69_68	47	0,112	0,193
	69_70	73	0,174	
	69_71	203	0,484	
Noeud70	70_69	73	0,174	0,087
Noeud71	71_69	203	0,484	1,240
	71_72	504	1,201	
	71_87	90	0,214	
	71_103	243	0,579	
Noeud72	72_71	504	1,201	0,9
	72_74	121	0,288	
	72_75	144	0,343	
Noeud73	73_36	131	0,312	0,2
Noeud74	74_72	121	0,288	0,144
Noeud75	75_72	144	0,343	0,368
	75_76	92	0,219	
	75_77	73	0,174	
Noeud76	76_75	92	0,219	0,110

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud77	77_75	73	0,174	0,541
	77_78	318	0,758	
	77_45	63	0,150	
Noeud78	78_77	318	0,758	0,379
Noeud79	79_80	15	0,035	0,459
	79_61	131	0,312	
	79_64	239	0,569	
Noeud80	80_79	15	0,0357	0,432
	80_82	215	0,512	
	80_83	132	0,314	
Noeud81	81_60	169	0,403	0,202
Noeud82	82_80	215	0,512	0,473
	82_60	26	0,062	
	82_84	156	0,372	
Noeud83	83_80	132	0,314	0,157
Noeud84	84_82	156	0,372	0,452
	84_85	124	0,295	
	84_101	99	0,236	
Noeud85	85_84	124	0,295	0,148
Noeud86	86_87	272	0,648	0,324
Noeud87	87_86	272	0,648	0,729
	87_71	90	0,214	
	87_100	249	0,593	
Noeud88	88_89	81	0,193	0,261
	88_91	50	0,119	
	88_106	88	0,209	
Noeud89	89_88	81	0,193	0,097
Noeud90	90_91	72	0,171	0,086
Noeud91	91_90	72	0,171	0,204
	91_88	50	0,119	
	91_93	49	0,116	
Noeud92	92_93	103	0,245	0,123
Noeud93	93_92	103	0,245	0,321
	93_91	49	0,116	
	93_94	117	0,279	
Noeud94	94_93	117	0,279	0,522
	94_45	321	0,765	
Noeud95	95_105	171	0,407	0,526
	95_115	80	0,190	
	95_98	190	0,453	

Suite Tableau III.3 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2024) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/S	L/s
Noeud96	96_114	1759	4,195	2,098
Noeud97	97_98	64	0,152	0,076
Noeud98	98_97	64	0,152	0,446
	98_100	120	0,286	
	98_95	190	0,453	
Noeud99	99_100	91	0,217	0,109
Noeud100	100_99	91	0,217	0,549
	100_98	120	0,286	
	100_87	249	0,593	
Noeud101	101_102	43	0,102	0,411
	101_103	203	0,484	
	101_84	99	0,236	
Noeud102	102_101	43	0,102	0,051
Noeud103	103_101	43	0,102	0,522
	103_104	152	0,362	
	103_71	243	0,579	
Noeud104	104_103	152	0,362	0,181
Noeud105	105_95	171	0,407	0,204
Noeud106	106_107	151	0,360	0,329
	106_N2	37	0,088	
	106_88	88	0,209	
Noeud107	107_106	151	0,360	0,180
Noeud108	108_109	88	0,209	0,105
Noeud109	109_108	88	0,209	0,285
	109_49	19	0,045	
	109_48	132	0,314	
Noeud110	110_111	633	1,509	2,468
	110_55	1437	3,427	
Noeud111	111_110	633	1,509	0,755
Noeud112	112_113	60	0,143	0,072
Noeud113	113_112	60	0,143	0,254
	113_18	63	0,150	
	113_15	90	0,214	
Noeud114	114_58	335	0,798	3,999
	114_59	1260	3,004	
	114_96	1759	4,195	
Noeud115	115_95	80	0,190	0,095

❖ **Cas de pointe + incendie (Année 2024) :**

Pour cette situation, le calcul est similaire à celui du cas précédent (cas de pointe), mais il est nécessaire de garantir le débit d'incendie fourni par le réservoir de 17 l/s. Ce débit doit être ajouté au point le plus défavorable, c'est-à-dire au nœud le plus éloigné du réservoir. Donc le débit nodal dans ce point sera :

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum Q_r + 17 \text{ l/s} \dots \dots \dots (III - 5)$$

Q_{n94} = point plus éloigné

La demande au niveau des nœuds reste la même que celle dans le cas de pointe sauf au nœud 94 qui devient :

$$Q_{n94} = 0,522 + 17 = 17,522 \text{ l/s}$$

III.2.2.3 Résultat de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel :

❖ **Cas de pointe :**

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe :

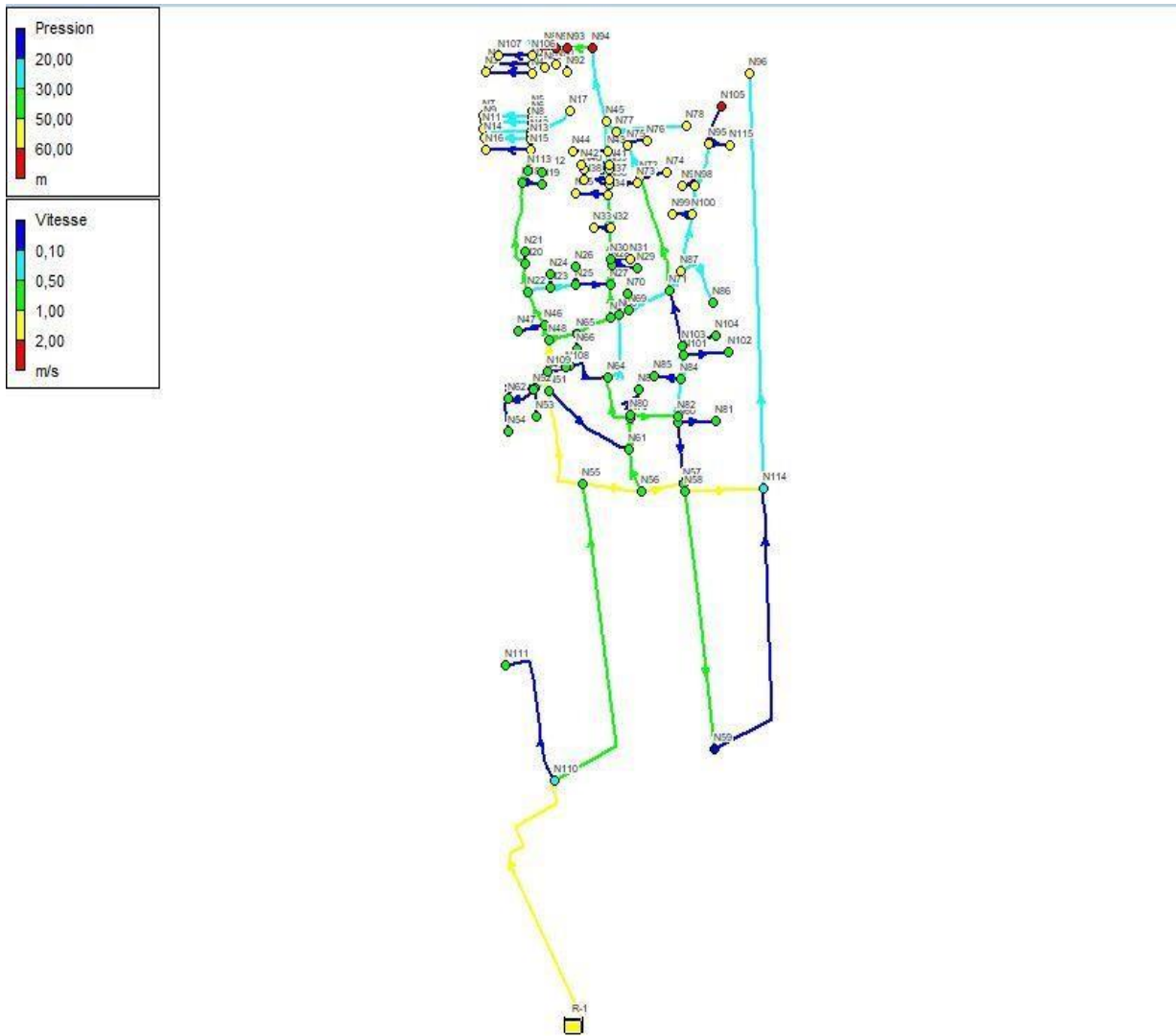


Figure III.3: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe

- **Les charges et les pressions :**

Les résultats des différents Nœuds (pression, cote piézométrique) sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau III.4: charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 1	99,78	0,23	158,25	58,44
Nœud 2	99,28	0,32	158,3	58,99
Nœud 3	99,6	0,24	158,24	58,61
Nœud 4	99,78	0,28	158,29	58,48
Nœud 5	102,66	0,03	155,94	53,25
Nœud 6	103,22	0,33	155,94	52,69
Nœud 7	103,38	0,27	155,87	52,46
Nœud 8	103,74	0,32	155,95	52,18
Nœud 9	103,97	0,25	155,89	51,89
Nœud 10	104,35	0,32	155,98	51,6
Nœud 11	104,34	0,26	155,91	51,54
Nœud 12	104,54	0,3	156,01	51,44
Nœud 13	104,92	0,32	156,06	51,12
Nœud 14	104,84	0,25	156,01	51,14
Nœud 15	105,64	0,4	156,26	50,6
Nœud 16	105,24	0,24	156,21	50,94
Nœud 17	102,62	0,26	155,94	53,3
Nœud 18	108	0,62	157,36	49,33
Nœud 19	107,67	0,11	157,35	49,66
Nœud 20	113,63	0,64	161,34	47,68
Nœud 21	113,07	0,05	161,34	48,24
Nœud 22	115,58	0,46	161,92	46,32
Nœud 23	114,83	0,33	161,89	47,03
Nœud 24	113,54	0,07	161,89	48,32
Nœud 25	114,35	0,42	161,87	47,5
Nœud 26	113,37	0,09	161,87	48,47
Nœud 27	113,35	0,46	161,87	48,49
Nœud 28	111,95	0,27	161,41	49,43
Nœud 29	111,68	0,14	161,4	49,69
Nœud 30	111,49	0,29	161,28	49,76
Nœud 31	111,25	0,1	161,27	50
Nœud 32	109,1	0,42	160,68	51,56
Nœud 33	109,13	0,09	160,68	51,52
Nœud 34	106,64	0,39	160,18	53,52
Nœud 35	107,07	0,17	160,17	53,07
Nœud 36	106,08	0,23	160,09	53,98
Nœud 37	105,79	0,22	160,05	54,23

Suite Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe

ID Nœud	Altitude m	Demande L/s	Cote piézométrique mce	Pression mce
Nœud 38	105,76	0,14	160,04	54,25
Nœud 39	105,14	0,22	159,97	54,81
Nœud 40	105,23	0,14	159,96	54,71
Nœud 41	104,8	0,24	159,95	55,12
Nœud 42	105,07	0,15	159,94	54,84
Nœud 43	103,92	0,41	159,9	55,95
Nœud 44	104,52	0,19	159,87	55,32
Nœud 45	102,02	0,61	159,83	57,78
Nœud 46	117,54	0,41	163,15	45,59
Nœud 47	118,31	0,14	163,14	44,81
Nœud 48	119,07	0,4	163,75	44,65
Nœud 49	121,48	0,2	165,16	43,66
Nœud 50	122,67	0,26	165,05	42,36
Nœud 51	122,09	1,21	165,85	43,74
Nœud 52	122,66	0,5	165,05	42,36
Nœud 53	123,77	0,15	165,05	41,26
Nœud 54	124,85	0,32	165,02	40,15
Nœud 55	129,97	2,63	172,25	42,26
Nœud 56	128,63	0,77	166,69	38,04
Nœud 57	127,81	0,59	162,99	35,16
Nœud 58	128,42	1,74	161,16	32,72
Nœud 59	151,87	2,81	155,12	3,25
Nœud 60	122,79	0,55	163,04	40,22
Nœud 61	125,89	0,92	165,83	39,92
Nœud 62	122,47	0,17	165,04	42,55
Nœud 63	120,44	0,27	163,57	43,11
Nœud 64	120,46	0,93	163,58	43,1
Nœud 65	118,09	0,44	163,22	45,11
Nœud 66	119,07	0,08	163,22	44,13
Nœud 67	115,68	0,21	162,61	46,91
Nœud 68	115,63	0,48	162,57	46,91
Nœud 69	115,18	0,39	162,49	47,28
Nœud 70	113,9	0,09	162,48	48,56
Nœud 71	113,15	1,24	162,16	48,99
Nœud 72	105,23	0,92	160,33	55,07
Nœud 73	105,64	0,16	160,07	54,4
Nœud 74	104,92	0,14	160,32	55,37
Nœud 75	103,43	0,37	160,01	56,55

Suite Tableau III.4 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe

ID Nœud	Altitude m	Demande L/s	Cote piézométrique mce	Pression mce
Nœud 76	103,04	0,11	160,01	56,94
Nœud 77	102,62	0,54	159,89	57,24
Nœud 78	101,79	0,38	159,72	57,9
Nœud 79	123,33	0,46	165,26	41,91
Nœud 80	123,1	0,43	165,2	42,07
Nœud 81	122,34	0,2	163,03	40,67
Nœud 82	122,24	0,47	163,06	40,8
Nœud 83	120,75	0,16	165,19	44,42
Nœud 84	119,41	0,45	162,47	43,04
Nœud 85	119,58	0,15	162,47	42,87
Nœud 86	113,37	0,32	161,9	48,51
Nœud 87	111,73	0,73	162,01	50,25
Nœud 88	98,39	0,26	158,46	60,04
Nœud 89	100,2	0,1	158,45	58,22
Nœud 90	99,44	0,09	158,56	59,09
Nœud 91	98,32	0,2	158,57	60,21
Nœud 92	99,53	0,12	158,7	59,14
Nœud 93	98,32	0,32	158,7	60,35
Nœud 94	98,13	0,52	159,17	61
Nœud 95	102,99	0,53	161,74	58,72
Nœud 96	98,86	2,1	150,24	51,35
Nœud 97	105,92	0,08	161,77	55,82
Nœud 98	105,98	0,45	161,77	55,76
Nœud 99	107,75	0,11	161,81	54,03
Nœud 100	107,84	0,55	161,81	53,95
Nœud 101	117,77	0,41	162,25	44,46
Nœud 102	116,9	0,05	162,25	45,33
Nœud 103	117,19	0,52	162,19	44,98
Nœud 104	115,74	0,18	162,19	46,42
Nœud 105	100,91	0,2	161,74	60,8
Nœud 106	98,73	0,33	158,33	59,56
Nœud 107	99,28	0,18	158,3	58,99
Nœud 108	120,68	0,1	164,98	44,27
Nœud 109	121,27	0,28	164,98	43,69
Nœud 110	154,84	2,47	177,33	22,48
Nœud 111	143,91	0,75	177,25	33,32
Nœud 112	108,83	0,07	156,86	48,01
Nœud 113	109,92	0,25	156,87	46,92
Nœud 114	128,34	4	155,05	26,7
Nœud 115	103,08	0,1	161,74	58,63

- **Les vitesses et pertes de charges :**

Les résultats des différents tronçons (vitesses et pertes de charges) sont donnés dans les tableaux :

Tableau III. 5: Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 1	171	99,4	0,2	0,03	0,011
Tuyau 2	264	80	-0,49	0,1	0,188
Tuyau 3	335	80	5,85	1,16	18,221
Tuyau 4	1759	80	2,1	0,42	2,737
Tuyau 5	1095	80	-3,06	0,61	5,511
Tuyau 6	1260	80	0,25	0,05	0,055
Tuyau 7	33	80	10,65	2,12	55,348
Tuyau 8	195	100	-10,75	1,37	18,976
Tuyau 9	265	125	20,42	1,66	21,009
Tuyau 10	500	150	-25,23	1,43	12,798
Tuyau 11	268	80	0,32	0,06	0,084
Tuyau 12	124	80	0,15	0,03	0,021
Tuyau 13	8	80	0,99	0,2	0,681
Tuyau 14	63	150	-23,26	1,32	11,002
Tuyau 15	84	80	1,4	0,28	1,291
Tuyau 16	67	99,4	-7,53	0,97	8,903
Tuyau 17	118	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 18	159	99,4	-6,98	0,9	7,737
Tuyau 19	127	99,4	1,62	0,21	0,52
Tuyau 20	162	57	0,19	0,07	0,147
Tuyau 21	57	99,4	2,22	0,29	0,93
Tuyau 22	126	57	0,15	0,06	0,095
Tuyau 23	21	99,4	2,61	0,34	1,254
Tuyau 24	115	57	0,14	0,05	0,095
Tuyau 25	46	99,4	2,97	0,38	1,593
Tuyau 26	118	57	0,14	0,05	0,095
Tuyau 27	19	99,4	3,33	0,43	1,969
Tuyau 28	41	99,4	3,72	0,48	2,416
Tuyau 29	144	57	0,17	0,07	0,119
Tuyau 30	140	99,4	4,28	0,55	3,559
Tuyau 31	79	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 32	85	57	0,1	0,04	0,045
Tuyau 33	25	99,4	5,18	0,67	5,067
Tuyau 34	119	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 35	164	99,4	0,32	0,04	0,026

Suite Tableau III.5 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 36	77	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 37	115	99,4	0,83	0,11	0,15
Tuyau 38	57	57	0,07	0,03	0,023
Tuyau 39	103	99,4	1,23	0,16	0,311
Tuyau 40	126	99,4	-5,29	0,68	4,629
Tuyau 41	46	55,4	0,05	0,02	0,015
Tuyau 42	368	79,2	-4,6	0,93	10,806
Tuyau 43	90	55,4	0,11	0,05	0,069
Tuyau 44	217	55,4	0,26	0,11	0,301
Tuyau 45	202	55,4	0,24	0,1	0,26
Tuyau 46	43	79,2	-2,91	0,59	4,628
Tuyau 47	209	55,4	0,25	0,1	0,28
Tuyau 48	18	79,2	-2,34	0,47	3,091
Tuyau 49	17	79,2	-1,78	0,36	1,862
Tuyau 50	218	55,4	0,26	0,11	0,301
Tuyau 51	34	79,2	-1,2	0,24	0,897
Tuyau 52	212	55,4	0,25	0,1	0,28
Tuyau 53	26	79,2	-0,63	0,13	0,272
Tuyau 54	223	55,4	0,27	0,11	0,323
Tuyau 55	26	79,2	-0,03	0,01	0,001
Tuyau 56	205	55,4	-0,24	0,1	0,26
Tuyau 57	197	55,4	-0,23	0,1	0,24
Tuyau 58	60	55,4	-0,07	0,03	0,026
Tuyau 59	1297	250	51,5	1,05	3,984
Tuyau 60	633	100	0,75	0,1	0,137
Tuyau 61	88	80	-0,1	0,02	0,01
Tuyau 62	151	55,4	0,18	0,07	0,152
Tuyau 63	316	80	-2,29	0,46	3,212
Tuyau 64	190	99,4	0,83	0,11	0,15
Tuyau 65	249	99,4	2,02	0,26	0,778
Tuyau 66	120	99,4	-1,36	0,18	0,374
Tuyau 67	152	80	0,18	0,04	0,029
Tuyau 68	43	80	1,43	0,29	1,352
Tuyau 69	203	80	0,05	0,01	0,003
Tuyau 70	99	80	1,89	0,38	2,262
Tuyau 71	91	57	-0,11	0,04	0,053
Tuyau 72	64	57	-0,08	0,03	0,03
Tuyau 73	321	96,8	-3,19	0,43	2,064
Tuyau 74	117	79,2	-2,67	0,54	3,946
Tuyau 75	50	79,2	1,94	0,39	2,184

Suite Tableau III.5 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 76	49	79,2	2,23	0,45	2,827
Tuyau 77	103	55,4	-0,12	0,05	0,072
Tuyau 78	72	55,4	-0,09	0,04	0,042
Tuyau 79	81	55,4	0,1	0,04	0,051
Tuyau 80	34	79,2	-0,52	0,11	0,191
Tuyau 81	272	57	-0,32	0,13	0,385
Tuyau 82	124	125	0,15	0,01	0,002
Tuyau 83	156	80	2,49	0,5	3,765
Tuyau 84	132	125	0,16	0,01	0,003
Tuyau 85	215	80	-4,21	0,84	9,922
Tuyau 86	26	80	-1,24	0,25	1,039
Tuyau 87	169	80	-0,2	0,04	0,035
Tuyau 88	239	80	3,49	0,69	7,01
Tuyau 89	15	100	4,8	0,61	4,266
Tuyau 90	131	125	8,75	0,71	4,374
Tuyau 91	318	57	0,38	0,15	0,529
Tuyau 92	63	99,4	2,18	0,28	0,893
Tuyau 93	73	99,4	3,1	0,4	1,716
Tuyau 94	92	57	0,11	0,04	0,053
Tuyau 95	144	99,4	3,58	0,46	2,242
Tuyau 96	121	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 97	131	57	-0,16	0,06	0,107
Tuyau 98	504	99,4	4,64	0,6	3,625
Tuyau 99	203	150	8,21	0,46	1,6
Tuyau 100	73	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 101	47	150	8,69	0,49	1,778
Tuyau 102	79	99,4	5,59	0,72	5,833
Tuyau 103	139	99,4	5,73	0,74	5,373
Tuyau 104	38	150	6,88	0,39	1,154
Tuyau 105	167	150	12,82	0,73	3,654
Tuyau 106	65	65	0,08	0,02	0,018
Tuyau 107	133	150	13,34	0,76	3,933
Tuyau 108	227	80	-0,27	0,05	0,061
Tuyau 109	142	80	0,17	0,03	0,026
Tuyau 110	449	125	-0,77	0,06	0,048
Tuyau 111	189	125	8,9	0,73	4,515
Tuyau 112	1437	250	48,28	0,98	3,535
Tuyau 113	19	150	-21,66	1,23	9,642
Tuyau 114	37	79,2	1,07	0,22	0,725
Tuyau 115	88	79,2	-1,58	0,32	1,493

Suite Tableau III.5 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 116	63	79,2	3,87	0,79	7,846
Tuyau 117	90	99,4	-3,07	0,4	1,69
Tuyau 118	243	100	0,73	0,09	0,132
Tuyau 119	90	79,2	3,55	0,72	6,687
Tuyau 120	132	150	21,28	1,2	9,33
Tuyau 121	136	99,4	-4,79	0,62	4,383
Tuyau 122	80	57	0,1	0,04	0,045

Ces résultats se traduisent par les graphiques suivants :

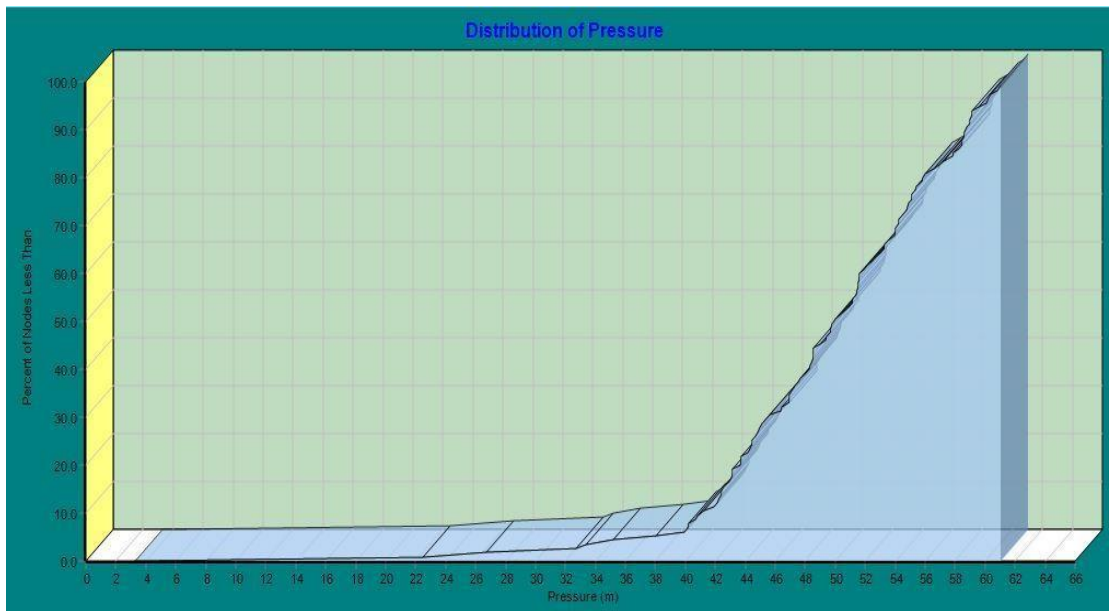


Figure III.4: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de pointe).

On remarque que :

- 1,74 % des pressions sont inférieure à 25 m.c.e.
- 93,06 % des pressions sont entre 25 à 60 m.c.e.
- 5,2 % des pressions sont supérieur à 60 m.c.e.

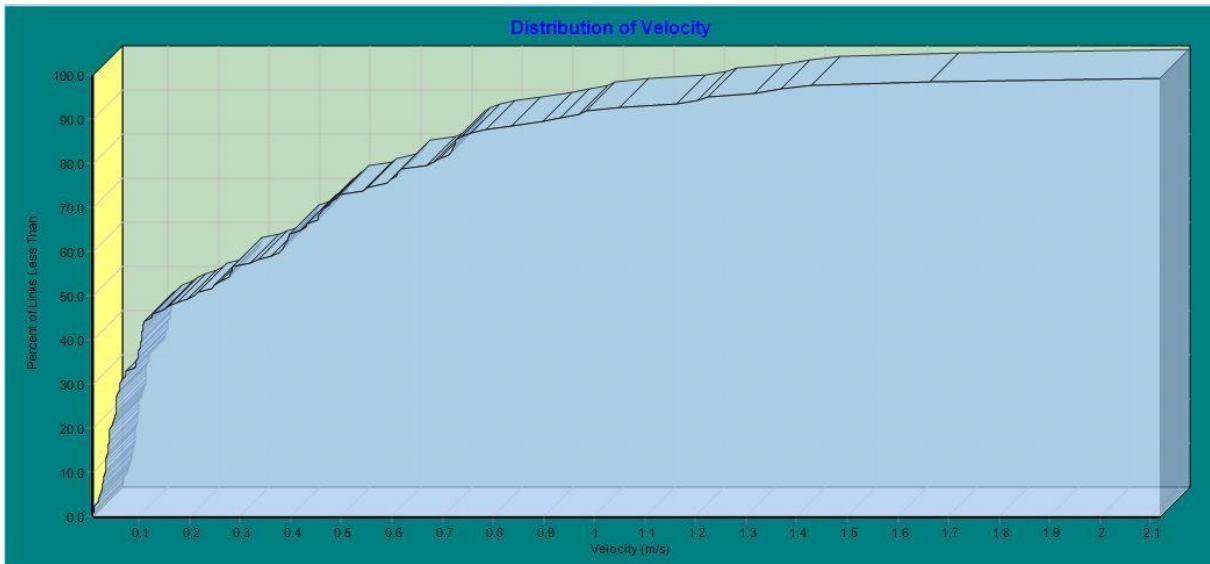


Figure III.5: Distribution des vitesses dans le réseau existant (cas de pointe).

On remarque que :

- 73,7 % des vitesses sont inférieure à 0,5 m/s.
- 24,6 % des vitesses sont entre à 0.5 et 1.5 m/s.
- 1,7 % des vitesses sont supérieur à 1,5 m/s

Interprétation :

D'après les résultats de la simulation sur les conduites :

- On observe que la majorité des pressions aux nœuds du réseau sont acceptables, mais aussi il y a des pressions qui dépassant les 6 bars.
- Pour les tronçons on observe que la majorité des vitesses sont très faible (inférieurs à 0,5 m/s). Ces sous-vitesses sont dues à un surdimensionnement des diamètres des canalisations ce qui va causer des dépôts importants dans le réseau d'AEP.

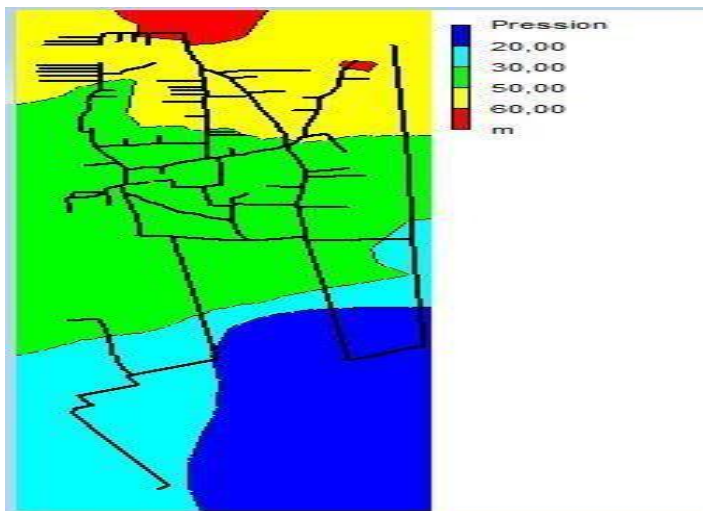


Figure III.6 : courbe de pression 2024 (cas de pointe)

❖ Cas de pointe+incendie :

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe + incendie :

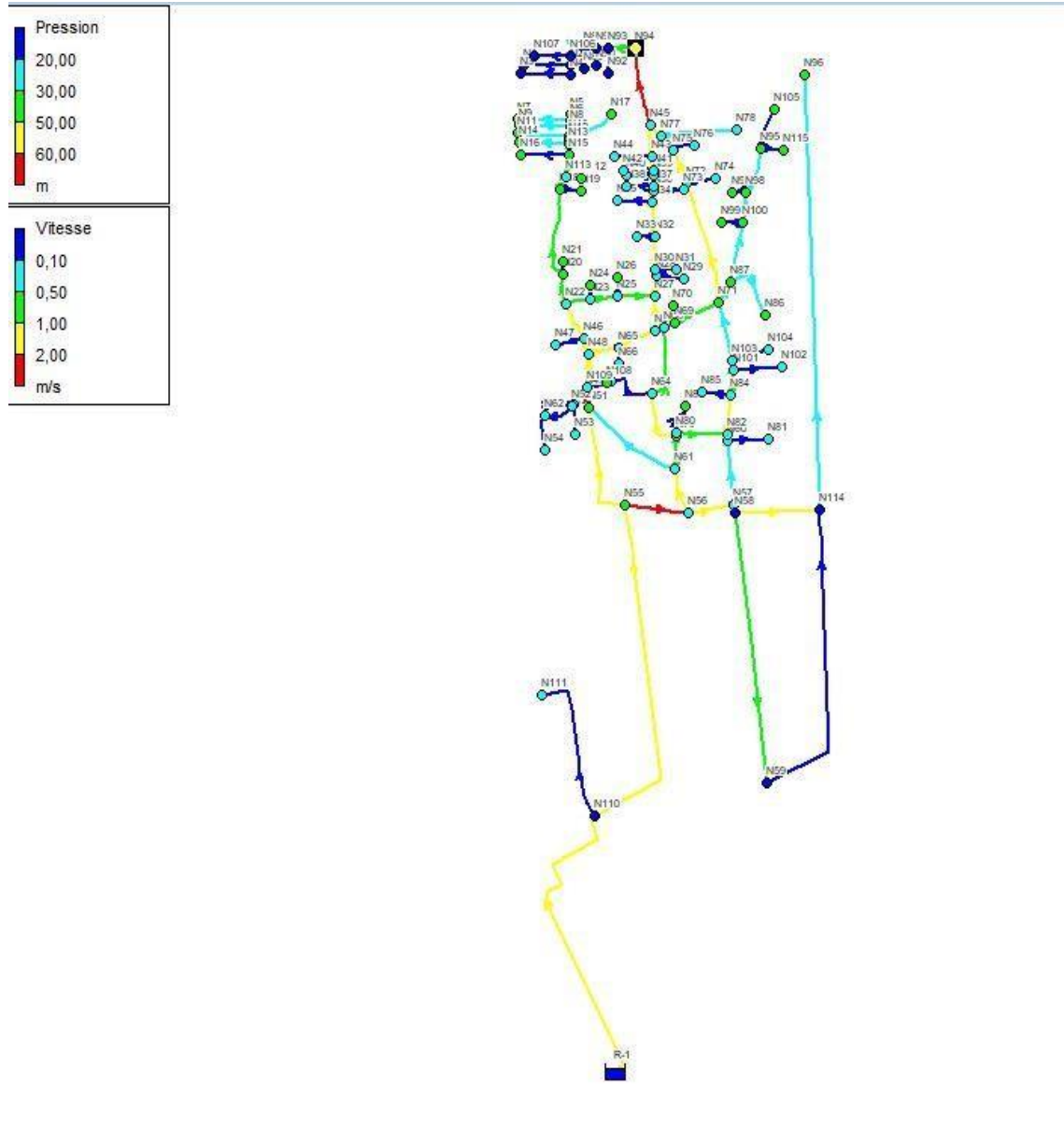


Figure III.7 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe +incendie

Les résultats du la simulation cas pointe+incendie sont représentés dans **Tableau III.6 ; III.7**

Tableau III.6 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie. (Voir ANNEXE III.1)

Tableau IV.7 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie. (Voir ANNEXE III.2)

Les résultats se traduisent par les graphiques suivants :



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

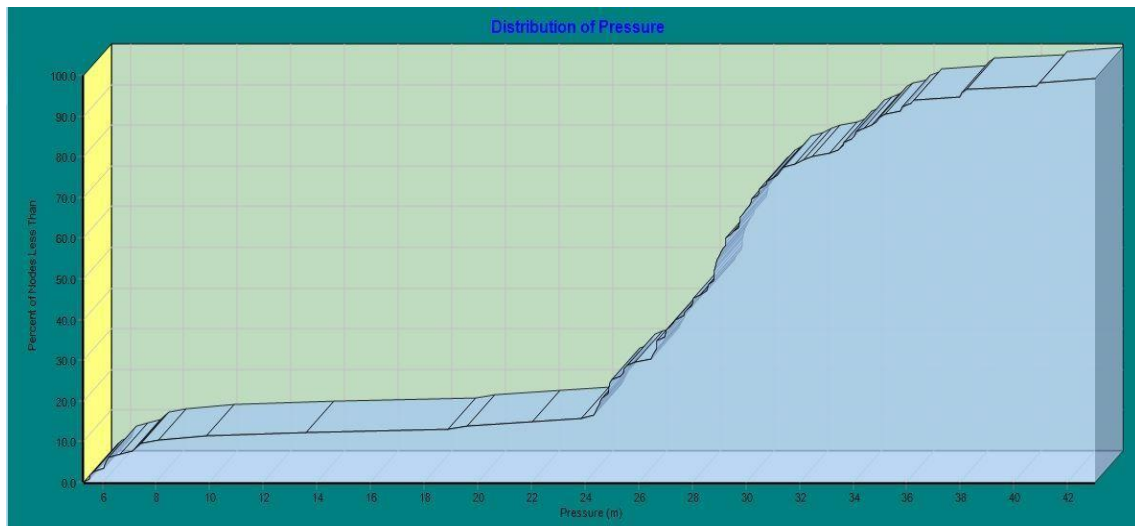


Figure III.9: Distribution des pressions dans le réseau existant (cas de pointe + incendie)

Interprétation :

- On observe des pressions négatives à proximité du nœud de la demande d'incendie, ainsi que des pressions faibles et des pressions acceptables dans d'autres parties du réseau.
- Pour les tronçons, on observe des vitesses qui varient entre très faibles, acceptables et parfois élevées.

Remarque :

Puisque le réseau n'est pas en mauvais état, le diagnostic hydraulique à l'état actuel du réseau n'est pas suffisant pour décider de le réhabiliter. Par conséquent, nous envisageons une planification à long terme jusqu'en 2054.

❖ Cas de pointe (Année 2054) :

a) Débit de pointe (route) :

$$Q_p = \sum Q_r = Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc}} \dots \dots \dots (III - 6)$$

Avec :

- Q_{maxh} : débit consommé (l/s)
- Q_r : est le débit en route globale (l/s).
- Q_{conc} : Débit concentré (l/s), dans notre cas $Q_{\text{conc}} = 0$
- Q_p : Débit de pointe (l/s).

$$\text{AN : } \sum Q_r = Q_p = Q_{\text{maxh}} = 334,992 \text{ m}^3/\text{h} = 93,053 \text{ l/s}$$

b) Débit spécifique :

On écrit : $q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum L_i}$ [(l/s)/m].....(III - 7)

Avec :

- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons qui assurant la distribution en route.
- Q_p : est le débit en route globale (l/s).

$$\text{AN : } q_{sp} = \frac{93,053}{21762} = 0,00427595 \text{ l/s/m}$$

Le tableau suivant présente les valeurs des débits routes et aux nœuds dans notre réseau :

Tableau III. 8 : Calcul des débits nodaux (réseau actuel l'horizon 2054)

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud1	1_2	197	0,842	0,421
Nœud 2	2_1	197	0,842	0,573
	2_4	34	0,145	
	2_106	37	0,158	
Noeud3	3_4	205	0,876	0,438
Noeud4	4_2	34	0,145	0,511
	4_3	205	0,876	
Noeud5	5_6	26	0,111	0,0556
Noeud6	6_5	26	0,111	0,588
	6_7	223	0,953	
	6_8	26	0,111	
Noeud7	7_6	223	0,953	0,477
Noeud8	8_6	26	0,111	0,582
	8_9	212	0,906	
	8_10	34	0,145	
Noeud9	9_8	212	0,906	0,453
Noeud10	10_8	34	0,145	0,575
	10_11	218	0,932	
	10_12	17	0,072	

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud11	11_10	218	0,932	0,466
Noeud12	12_10	17	0,072	0,54
	12_13	18	0,076	
	12_17	217	0,927	
Noeud13	13_12	18	0,076	0,577
	13_14	209	0,893	
	13_15	43	0,183	
Noeud14	14_13	209	0,893	0,447
Noeud15	15_13	43	0,183	0,716
	15_16	202	0,863	
	15_113	90	0,384	
Noeud16	16_15	202	0,863	0,432
Noeud17	17_12	217	0,927	0,464
Noeud18	18_113	63	0,269	1,114
	18_19	90	0,384	
	18_20	368	1,573	
Noeud19	19_18	90	0,384	0,192
Noeud20	20_18	368	1,573	1,155
	20_21	46	0,196	
	20_22	126	0,538	
Noeud21	21_20	46	0,196	0,098
Noeud22	22_20	126	0,538	0,830
	22_23	103	0,440	
	22_46	159	0,679	
Noeud23	23_22	103	0,440	0,588
	23_24	57	0,243	
	23_25	115	0,491	
Noeud24	24_23	57	0,243	0,122
Noeud25	25_23	115	0,491	0,761
	25_26	77	0,329	
	25_27	164	0,701	
Noeud26	26_25	77	0,329	0,165
Noeud27	27_25	164	0,701	0,817
	27_28	79	0,337	
	27_67	139	0,594	
Noeud28	28_27	79	0,337	0,477
	28_29	119	0,508	
	28_30	25	0,106	
Noeud29	29_28	119	0,508	0,254

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud30	30_28	25	0,106	0,526
	30_31	85	0,363	
	30_32	136	0,581	
Noeud31	31_30	85	0,363	0,182
Noeud32	32_30	136	0,581	0,759
	32_33	79	0,337	
	32_34	140	0,598	
Noeud33	33_32	79	0,337	0,169
Noeud34	34_32	140	0,598	0,695
	34_35	144	0,615	
	34_36	41	0,175	
Noeud35	35_34	144	0,615	0,308
Noeud36	36_34	41	0,175	0,408
	36_37	19	0,081	
	36_73	131	0,560	
Noeud37	37_36	19	0,081	0,391
	37_38	118	0,504	
	37_39	46	0,196	
Noeud38	38_37	118	0,504	0,252
Noeud39	39_37	46	0,196	0,389
	39_40	115	0,491	
	39_41	21	0,089	
Noeud40	40_39	115	0,491	0,246
Noeud41	41_39	21	0,089	0,436
	41_42	126	0,538	
	41_43	57	0,243	
Noeud42	42_41	126	0,538	0,269
Noeud43	43_41	57	0,243	0,740
	43_44	162	0,692	
	43_45	127	0,543	
Noeud44	44_43	162	0,692	0,346
Noeud45	45_43	127	0,543	1,093
Noeud46	45_77	63	0,269	
Noeud47	45_94	321	1,372	
Noeud46	46_47	118	0,504	0,735
	46_48	67	0,286	
	46_22	159	0,679	
Noeud47	47_46	118	0,504	0,252
Noeud48	48_46	67	0,286	0,710
	48_109	132	0,564	
	48_65	133	0,568	

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud49	49_109	19	0,081	0,355
	49_50	84	0,359	
	49_51	63	0,269	
Noeud50	50_49	84	0,359	0,462
	50_52	8	0,034	
	50_53	124	0,530	
Noeud51	51_49	63	0,269	2,164
	51_55	500	2,137	
	51_61	449	1,919	
Noeud52	52_50	8	0,034	0,894
	52_62	142	0,607	
	52_54	268	1,145	
Noeud53	53_50	124	0,53	0,265
Noeud54	54_52	268	1,145	0,573
Noeud55	55_51	500	2,137	4,708
	55_56	265	1,133	
	55_110	1437	6,144	
Noeud56	56_55	265	1,133	1,388
	56_57	195	0,833	
	56_61	189	0,808	
Noeud57	57_56	195	0,833	1,052
	57_58	33	0,141	
	57_60	264	1,128	
Noeud58	58_57	33	0,141	3,128
	58_59	1095	4,682	
	58_114	335	1,432	
Noeud59	59_58	1095	4,682	5,035
	59_114	1260	5,387	
Noeud60	60_57	264	1,128	0,981
	60_82	26	0,111	
	60_81	169	0,722	
Noeud61	61_56	189	0,808	1,644
	61_79	131	0,56	
	61_51	449	1,919	
Noeud62	62_52	142	0,607	0,304
Noeud63	63_64	227	0,970	0,485
Noeud64	64_63	227	0,970	1,672
	64_68	316	1,351	
	64_79	239	1,021	

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud65	65_48	133	0,568	0,780
	65_66	65	0,277	
	65_67	167	0,714	
Noeud66	66_65	65	0,277	0,139
Noeud67	67_65	167	0,714	0,368
	67_68	38	0,162	
	67_27	139	0,594	
Noeud68	68_67	38	0,162	0,429
	68_69	47	0,200	
	68_64	316	1,351	
Noeud69	69_68	47	0,200	0,345
	69_70	73	0,312	
	69_71	203	0,868	
Noeud70	70_69	73	0,312	0,156
Noeud71	71_69	203	0,868	2,223
	71_72	504	2,155	
	71_87	90	0,384	
	71_103	243	1,039	
Noeud72	72_71	504	2,155	1,6
	72_74	121	0,517	
	72_75	144	0,615	
Noeud73	73_36	131	0,560	0,3
Noeud74	74_72	121	0,517	0,259
Noeud75	75_72	144	0,615	0,661
	75_76	92	0,393	
	75_77	73	0,312	
Noeud76	76_75	92	0,393	0,197
Noeud77	77_75	73	0,312	0,971
	77_78	318	1,359	
	77_45	63	0,269	
Noeud78	78_77	318	1,359	0,680
Noeud79	79_80	15	0,064	0,823
	79_61	131	0,560	
	79_64	239	1,021	
Noeud80	80_79	15	0,064	0,774
	80_82	215	0,919	
	80_83	132	0,564	
Noeud81	81_60	169	0,722	0,361

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud82	82_80	215	0,919	0,849
	82_60	26	0,111	
	82_84	156	0,667	
Noeud83	83_80	132	0,564	0,282
Noeud84	84_82	156	0,667	0,810
	84_85	124	0,530	
	84_101	99	0,423	
Noeud85	85_84	124	0,530	0,265
Noeud86	86_87	272	1,163	0,582
Noeud87	87_86	272	1,163	1,306
	87_71	90	0,384	
	87_100	249	1,064	
Noeud88	88_89	81	0,346	0,468
	88_91	50	0,213	
	88_106	88	0,376	
Noeud89	89_88	81	0,346	0,173
Noeud90	90_91	72	0,307	0,154
Noeud91	91_90	72	0,307	0,366
	91_88	50	0,213	
	91_93	49	0,209	
Noeud92	92_93	103	0,440	0,220
Noeud93	93_92	103	0,440	0,575
	93_91	49	0,209	
	93_94	117	0,500	
Noeud94	94_93	117	0,500	0,936
	94_45	321	1,372	
Noeud95	95_105	171	0,731	0,943
	95_115	80	0,342	
	95_98	190	0,812	
Noeud96	96_114	1759	7,521	3,761
Noeud97	97_98	64	0,273	0,137
Noeud98	98_97	64	0,273	0,800
	98_100	120	0,513	
	98_95	190	0,812	
Noeud99	99_100	91	0,389	0,195
Noeud100	100_99	91	0,389	0,983
	100_98	120	0,513	
	100_87	249	1,064	

Suite Tableau III.8 : Calcul des débits nodaux (réseaux actuel l'horizon 2054) :

Nœuds	Traçons	Longueur	Qr	Qni
		m	L/s	L/s
Noeud101	101_102	43	0,183	0,738
	101_103	203	0,868	
	101_84	99	0,423	
Noeud102	102_101	43	0,183	0,092
Noeud103	103_101	43	0,183	0,936
	103_104	152	0,649	
	103_71	243	1,039	
Noeud104	104_103	152	0,649	0,325
Noeud105	105_95	171	0,731	0,366
Noeud106	106_107	151	0,645	0,590
	106_N2	37	0,158	
	106_88	88	0,376	
Noeud107	107_106	151	0,645	0,323
Noeud108	108_109	88	0,376	0,188
Noeud109	109_108	88	0,376	0,511
	109_49	19	0,081	
	109_48	132	0,564	
Noeud110	110_111	633	2,706	4,426
	110_55	1437	6,144	
Noeud111	111_110	633	2,706	1,353
Noeud112	112_113	60	0,256	0,128
Noeud113	113_112	60	0,256	0,455
	113_18	63	0,269	
	113_15	90	0,384	
Noeud114	114_58	335	1,432	7,171
	114_59	1260	5,387	
	114_96	1759	7,521	
Noeud115	115_95	80	0,342	0,171

❖ Cas de pointe + incendie (Année 2054) :

Pour cette situation, le calcul est similaire à celui du cas précédent (cas de pointe), mais il est nécessaire de garantir le débit d'incendie fourni par le réservoir de 17 l/s. Ce débit doit être ajouté au point le plus défavorable, c'est-à-dire au nœud le plus éloigné du réservoir.

Donc le débit nodal dans ce point sera :

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum Q_r + 17 \text{ l/s} \dots \dots \dots (III - 8)$$

Q_{n94} = point plus éloigné

La demande au niveau des nœuds reste la même que celle dans le cas de pointe sauf au nœud 94 qui devient :

$$Q_{n94} = 0,94 + 17 = 17,94 \text{ l/s}$$

III.2.2.4 Résultat de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel (horizon 2054) :

❖ Cas de pointe :

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe :

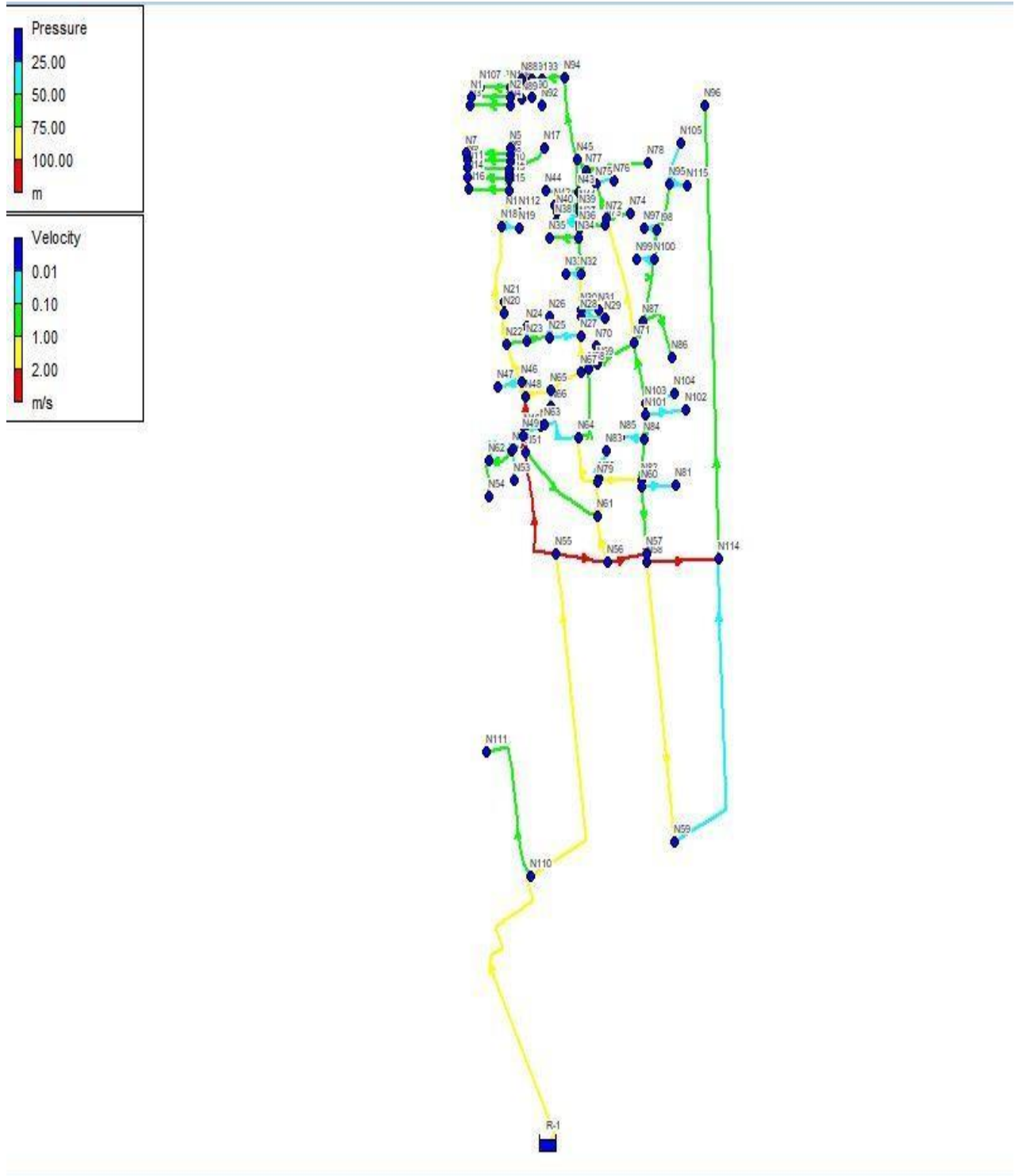


Figure III.10: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe (l'horizon 2054)

Les résultats de la simulation en cas pointe sont représentés dans **Tableau III.9 ; III.10**

Tableau III.9 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe. (Voir ANNEXE III.3)

Tableau III.10 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe. (Voir ANNEXE III.4)

❖ **Cas de pointe +incendie :**

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe+ incendie :

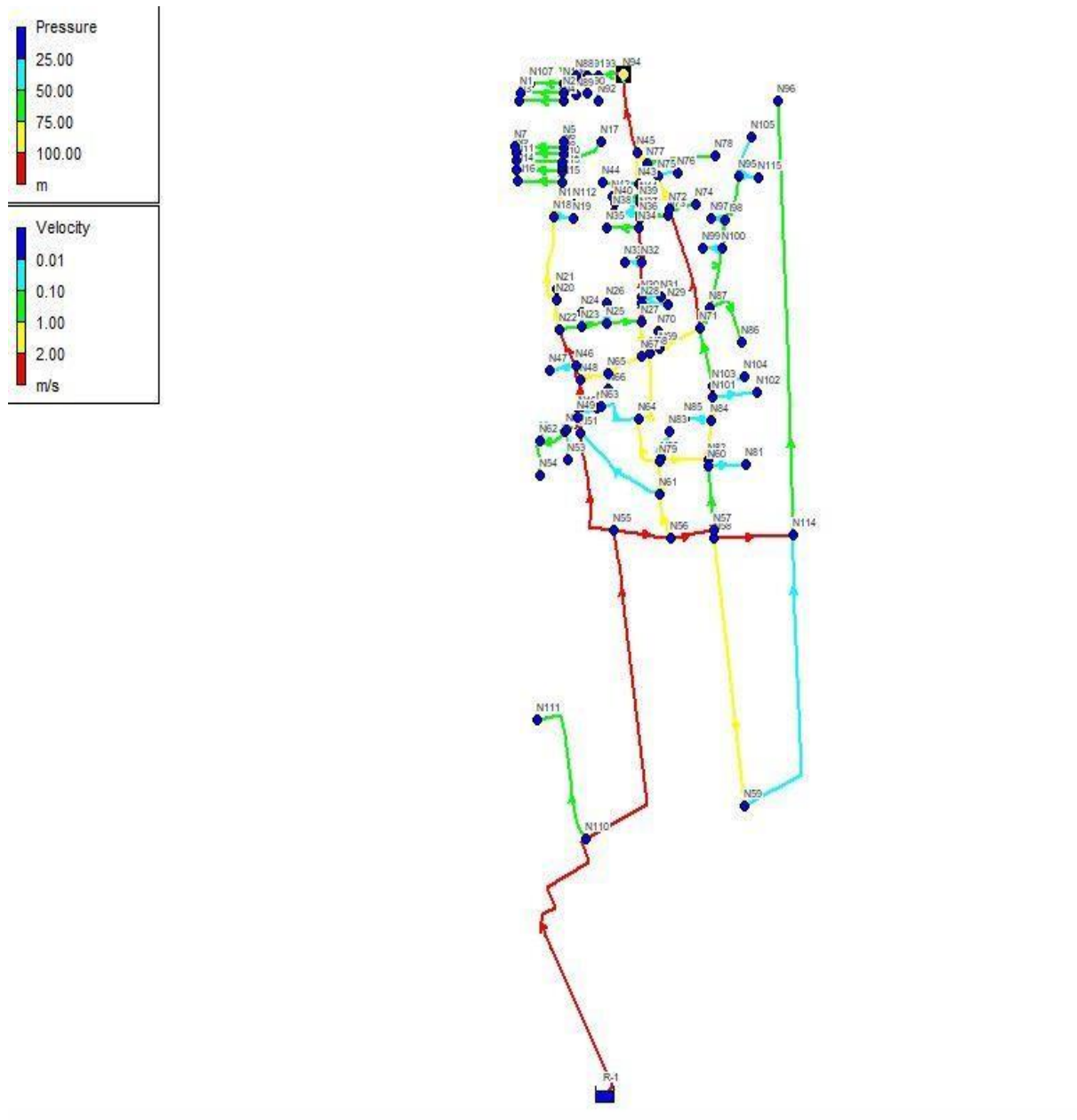


Figure III.11 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe + incendie (horizon 2054)

Les résultats de la simulation en cas pointe+ incendie sont représentés dans **Tableau III.11 ; III.12**

Tableau III.11 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.
(Voir ANNEXE III.5)

Tableau IV.12 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie.
(Voir ANNEXE III.6)

Interprétations des résultats :

Après avoir réalisé la simulation du fonctionnement du réseau de distribution de Halouiya. On a pu constater que :

- **Cas de pointe :**

- La majorité des nœuds affichent des pressions basses, inférieures à 1 bar, tandis que certains nœuds montrent des pressions négatives, et les nœuds suivants (N55, N93, N94, N95, N97, N98, N105, N111, N115) présentent des pressions acceptables.
- La plupart des tronçons fonctionnent à des vitesses très faibles, inférieures à 0,5 m/s. Cependant, des vitesses très élevées, supérieures à 2 m/s, ont été enregistrées sur les tronçons suivants : (TR3, TR7, TR8, TR9, TR10, TR14 et TR120).

On peut en conclure que le réseau fonctionne mal.

- **Cas de pointe plus incendie :**

- On remarque qu'il y a de nombreuses pressions négatives, ce qui indique que le réseau fonctionne mal.
- Pour les tronçons, les vitesses varient entre des vitesses très élevées et parfois des vitesses très faibles, voire nulles, ce qui montre un mauvais équilibre des vitesses, favorisant ainsi les dépôts solides dans les conduites

Recommandation :

Étant donné que le réseau ne répond pas aux demandes actuelles et fonctionne mal, avec des vitesses inadéquates, des risques de corrosion, une incapacité à gérer les incendies en période de pointe, ainsi que des pressions non fiables, nous recommandons la réhabilitation du réseau de distribution. Il est conseillé d'utiliser des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) et de remplacer les conduites en amiante-ciment dans les nouveaux réseaux en raison de leurs effets néfastes sur la santé.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un diagnostic du réseau de distribution de la ville de Halouiya, ce qui nous a permis de conclure que :

- Le réseau présente des anomalies telles que des dépressions et des surpressions dans la majorité des nœuds, ainsi que des vitesses ne dépassant pas 0,5 m/s dans la plupart des tronçons. Cela indique à la fois un mauvais dimensionnement et un surdimensionnement des infrastructures.

- La majorité du réseau est constituée de tuyaux en AMC, qui doivent être complètement remplacés. De plus, les tuyaux en PVC montrent des défaillances, nécessitant également un remplacement, en particulier dans les sections où le taux de fuite est élevé.

En conséquence, une réhabilitation complète du réseau est essentielle, impliquant l'utilisation de matériaux appropriés pour les conduites et le respect des normes de pose.

Chapitre IV

Etude de stockage

Introduction :

Lorsque les besoins journaliers dépassent la capacité de production en eau de la source sur une période de 24 heures, la construction d'un réservoir de stockage devient nécessaire. Le principe est de stocker l'eau pendant les périodes de faible demande, et de pouvoir satisfaire à tout moment, la demande en eau potable de la population.

Un ouvrage bien conçu présente plusieurs avantages. Il est facile à exploiter et nécessite des travaux d'entretien simples. Par conséquent, une attention particulière doit être accordée à la conception des réservoirs, en tenant compte de deux principaux facteurs :

- Conserver la qualité de l'eau stockée.
- Faciliter les conditions d'exploitation et d'entretien.

IV.1 Rôles des réservoirs : [1] [2]

- Rôle d'emmagasinement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution de l'eau pendant les autres heures au la consommation doivent importante.
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe
- Assurer la réserve d'incendie.
- dans le cas de la distribution étagé ils peuvent également jouer un rôle de prise-charge.
- Jouer le rôle de relai.
- la régulation de débit :
- la régularisation des pressions
- Simplification d'exploitation
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.

- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant.

IV.2 Classification des réservoirs : [1]

- ❖ D'après la nature des matériaux, on distingue :
 - Les réservoirs métalliques.
 - Les réservoirs en maçonneries.
 - Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint.
- ❖ D'après la situation des lieux, ils peuvent être :
 - enterrées
 - semi-enterrées
 - surélevées, sur tour (château d'eau)
- ❖ d'après des considérations esthétiques, ils peuvent :
 - soit affirmer les fonctions de l'ouvrage
 - soit s'intégrer au paysage.

IV.3 Emplacement des réservoirs [1]

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème. On doit toujours tenir compte des considérations suivantes :

- Pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau. L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- La côte radiée doit être supérieure à la plus haute côte piézométrique exigée dans le réseau.

L'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés par une pression suffisante

IV.4 Construction des réservoirs :

Les matériaux à considérer pour la construction des réservoirs doivent garantir une étanchéité absolue tout en résistant aux contraintes environnementales, sans altérer la qualité de l'eau stockée. Il est impératif que ces matériaux soient durables.

Le béton armé est privilégié en raison de son inertie vis-à-vis de la corrosion et de sa capacité à maintenir la stabilité thermique de l'eau. Un accès sécurisé, comprenant un regard à double couverture et une échelle de sécurité, sera intégré aux parois du réservoir. De plus, une ventilation spécifiquement conçue sera installée pour empêcher toute intrusion d'organismes nuisibles tels que les insectes ou les rongeurs.

Enfin, toutes les vannes seront positionnées dans une chambre de manœuvre dédiée.

IV.5 Equipement des réservoirs d'alimentation :[1]

Un réservoir unique ou compartimenté doit être équipé :

- d'une conduite d'arrivée ou d'alimentation ;
- d'une conduite de départ ou de distribution ;
- d'une conduite de vidange ;
- d'une conduite de trop-plein ;
- du système de matérialisation d'incendie ;
- d'une conduite by-pass.

Toutes ces conduites doivent normalement aboutir dans une chambre de manœuvre.

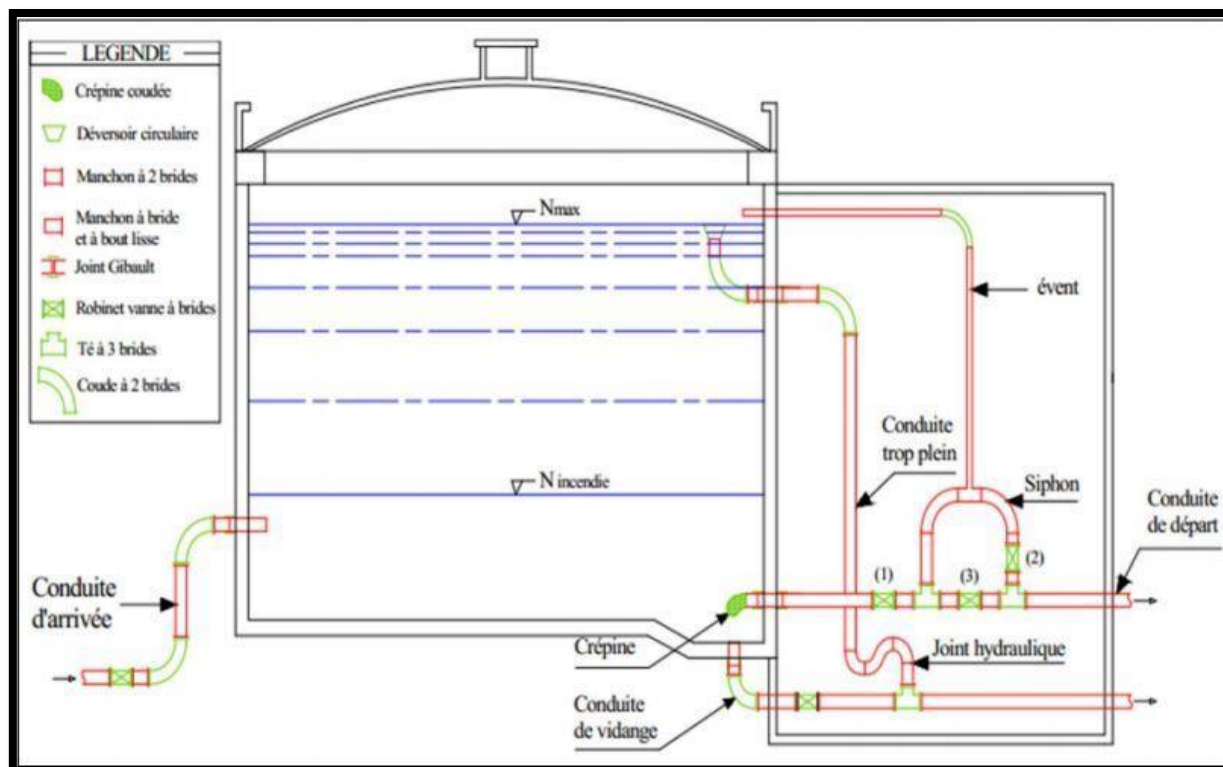


Figure IV. 1: Les équipements du réservoir (réservoir circulaire, semi - enterrée)

IV.5.1 Conduite d'arrivée ou d'alimentation :

Cette conduite, du type gravitaire ou refoulement, de préférence en siphon noyé ou par le bas toujours à l'opposé de la conduite de départ pour provoquer le brassage. Cette arrivée permet le renouvellement de l'eau.

IV.5.2 Conduite de départ ou de distribution :

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à 15 ou 20cm au-dessus du radier pour éviter l'entrée des matières en suspension.

L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

IV.5.3 Conduite de trop-plein :

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir en cas où une pompe ne s'arrête pas. Si le réservoir est compartimenté chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein. Ces conduites doivent se réunir dans la chambre de manœuvre pour former un joint hydraulique évitant la pénétration de tout corps étranger.

IV.5.4 Conduite de décharge ou de vidange :

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

IV.5.5 Conduite by-pass :

C'est un tronçon de conduite qui relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir unique non compartimenté. Utile pour maintenir l'alimentation du réseau quand le réservoir est isolé pour son entretien.

IV.6 Matérialisation de la réserve d'incendie :

IV.6.1 Le système à siphon : Ce système a l'avantage de renouveler la réserve d'incendie.

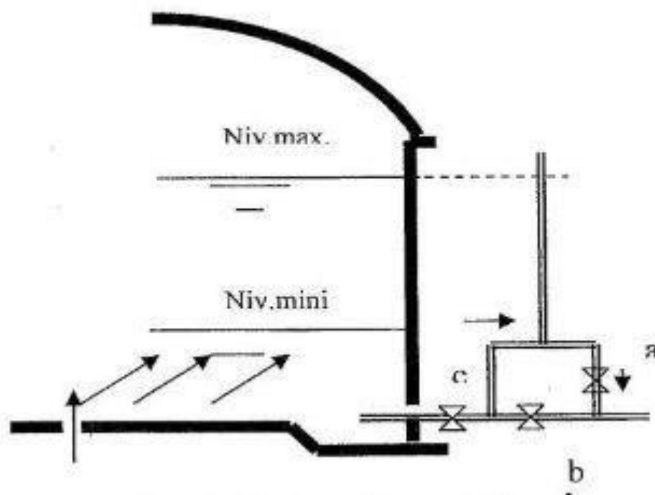


Figure IV. 2: Système à siphon

IV.6.2 Le système à deux prises :

Ce système est rarement utilisé du fait la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.

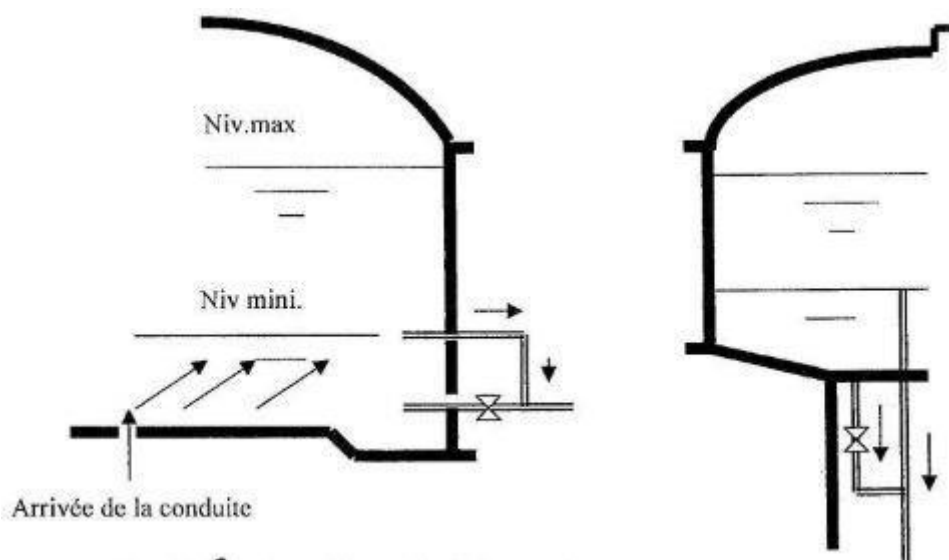


Figure IV.3: Système à deux prises

IV.7 Capacité des réservoirs :

Généralement, La détermination du volume des réservoirs se fait à partir des données sur la répartition de réserve et de la consommation d'eau durant les différentes heures de la journée.

Il existe deux approches pour estimer la capacité du réservoir :

- 1) la méthode graphique.
- 2) la méthode analytique.

Dans notre étude nous avons utilisé la méthode analytique.

IV.7.1 La méthode graphique :

Cette méthode tient compte de la courbe de la consommation totale (intégrale) déduite à partir des coefficients de variation horaire de la consommation, et de la courbe d'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage.

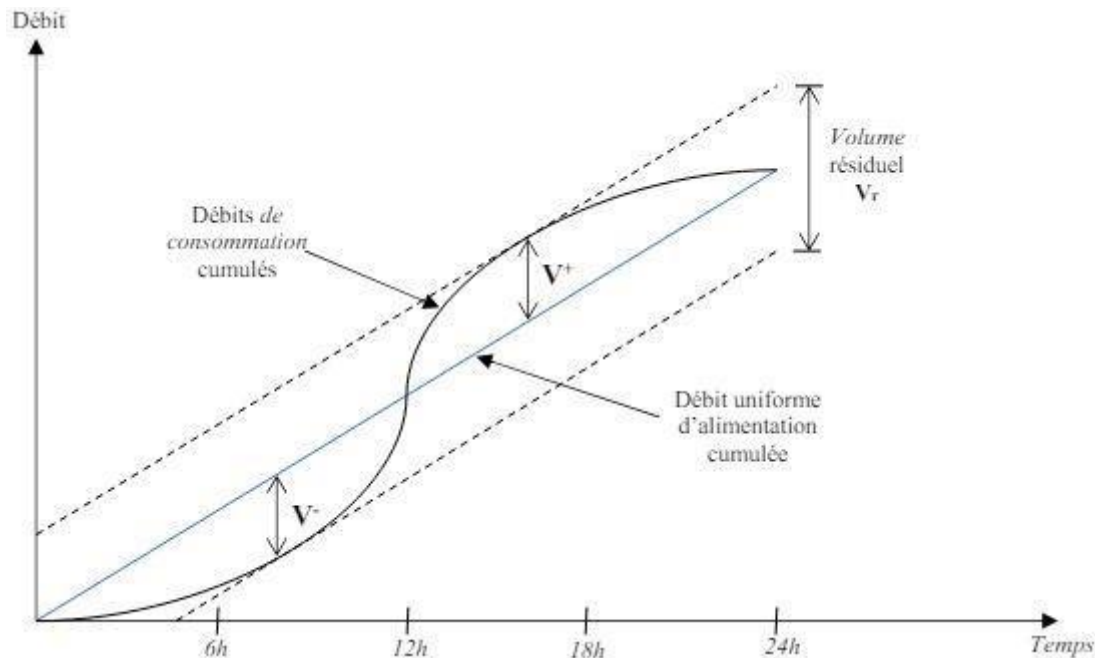


Figure IV.4: schéma de la méthode graphique

IV.7.2 La méthode analytique :

Cette méthode tient compte le régime de consommation de l'agglomération ainsi que le fonctionnement de la station de pompage.

IV.7.2.1 Principe de calcul :

La capacité totale du réservoir sera calculée à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{résiduel}} + V_{\text{incendie}} \dots \dots \dots (IV - 1)$$

Avec :

V_{total} : la capacité totale du réservoir estimée en m^3 .

$V_{residuel}$: la capacité résiduelle qui est égal à : $V_{residuel} = \frac{a \times Q_{max,j}}{100}$ (IV -2)

Avec :

a : fraction horaire du débit maximum journalier (% %) : $a = \text{Reste}^+_{max} + |\text{Reste}^-|_{max}$

$Q_{max,j}$ Débit maximal journalier (m^3 /jr)

Remarque :

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

Pour notre étude, la pompe fonctionne 24 heures, le coefficient de l'apport est égale à 4,167 %.

Tableau IV.1 : Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2024

Heure	Consommation %	Apport %	Départ au réservoir%	Arrivé au réservoir%	Reste dans le reservoir%
00-01	1,5	4,16	2,66		8,84
01-02	1,5	4,16	2,66		11,5
02-03	1,5	4,16	2,66		14,16
03-04	1,5	4,16	2,66		16,82
04-05	2,5	4,16	1,66		18,48
05-06	3,5	4,16	0,66		19,14
06-07	4,5	4,16		0,34	18,8
07-08	5,5	4,16		1,34	17,46
08-09	6,25	4,17		2,08	15,38
09-10	6,25	4,17		2,08	13,3
10-11	6,25	4,17		2,08	11,22
11-12	6,25	4,17		2,08	9,14
12-13	5	4,17		0,83	8,31
13-14	5	4,17		0,83	7,48
14-15	5,5	4,17		1,33	6,15
15-16	6	4,17		1,83	4,32
16-17	6	4,17		1,83	2,49
17-18	5,5	4,17		1,33	1,16
18-19	5	4,17		0,83	0,33
19-20	4,5	4,17		0,33	0
20-21	4	4,17	0,17		0,17
21-22	3	4,17	1,17		1,34
22-23	2	4,17	2,17		3,51
23-24	1,5	4,17	2,67		6,18
	100				

D'après le tableau on a:

$$a = 19,14\%$$

$$V_u = \frac{19,14 \times 2981,2575}{100} = 570,613 \text{ m}^3.$$

En ajoutant le besoin de lutte contre l'incendie de 120 m³, la capacité totale (V_{total}) du stockage sera :

$$V_{\text{total}} = 570,613 + 120 = 690,613 \text{ m}^3.$$

Tableau IV.2: Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2054

Heure	Consommation %	Apport %	Départ au réservoir%	Arrivé au réservoir%	Reste dans le reservoir%
00-01	1,5	4,16	2,66		8,84
01-02	1,5	4,16	2,66		11,5
02-03	1,5	4,16	2,66		14,16
03-04	1,5	4,16	2,66		16,82
04-05	2,5	4,16	1,66		18,48
05-06	3,5	4,16	0,66		19,14
06-07	4,5	4,16		0,34	18,8
07-08	5,5	4,16		1,34	17,46
08-09	6,25	4,17		2,08	15,38
09-10	6,25	4,17		2,08	13,3
10-11	6,25	4,17		2,08	11,22
11-12	6,25	4,17		2,08	9,14
12-13	5	4,17		0,83	8,31
13-14	5	4,17		0,83	7,48
14-15	5,5	4,17		1,33	6,15
15-16	6	4,17		1,83	4,32
16-17	6	4,17		1,83	2,49
17-18	5,5	4,17		1,33	1,16
18-19	5	4,17		0,83	0,33
19-20	4,5	4,17		0,33	0
20-21	4	4,17	0,17		0,17
21-22	3	4,17	1,17		1,34
22-23	2	4,17	2,17		3,51
23-24	1,5	4,17	2,67		6,18
	100				

D'après le tableau III.2 on a :

$$a=19,14 \%$$

$$V_u = \frac{19,14 \times 5351,6775}{100} = 1024,311 \text{ m}^3.$$

$$V_T = 1024,311 + 120 = 1144,311 \text{ m}^3$$

Tableau IV.3 : Bilan de capacité de stockage

Horizons	2024	2054
Q maxj (m3/j)	2981,2575	5351,6775
capacité résiduelle (m3)	570,612	1024,31
Réserve d'incendie (m3)	120	120
capacité totale nécessaire (m3)	690,612	1144,31
capacité disponible (m3)	1000	1000
surplus (m3)	309,387	-
déficit (m3)	-	144,311

Remarque :

Les besoins en eau à l'horizon 2054 ne pourront pas être satisfaits par la capacité de stockage du réservoir existant. Pour cette raison, en tenant compte des spécifications actuelles du marché public et des recommandations de la Direction Régionale de l'Eau (DRE) de Blida, nous avons opté pour l'installation d'un réservoir de 500 mètres cubes.

IV.8 Dimensionnement du réservoir projeté :

La capacité du réservoir à projeter sera de capacité de **500** m3. En ce qui concerne la forme des réservoirs de stockage, nous avons choisi une forme circulaire dont les dimensions principales seront déterminées à partir de la relation suivante :

$$V = (\pi D^2 / 4) \cdot H \dots\dots\dots (IV -3)$$

Donc :

- **Le diamètre D de la cuve :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Vt}{\pi \times h}} \dots\dots\dots (IV -4)$$

Avec : **Vt**= volume totale.

h = la hauteur d'eau dans la cuve. On ne prend que h =4 m.

Alors : $D = \sqrt{\frac{4 \times 500}{\pi \times 4}} = 12,61 \text{ m}$; On prend : **D=13m**.

- **La section de la cuve :**

$$S = \frac{Vt}{h} \dots\dots\dots (IV -5)$$

$$S = \frac{500}{4} = 125 \text{ m}^3.$$

- **La hauteur de la réserve d'incendie :**

$$h_{inc} = \frac{V_{inc}}{S} \dots\dots\dots (IV -6)$$

Alors ; $h_{inc} = \frac{120}{125} = 0,96 \text{ m}$.

Avec : h_{inc} : hauteur d'incendie.

V_{inc} : volume d'incendie.

- **La hauteur totale du réservoir :**

$$H = h + h_{inc} + R \dots\dots\dots(IV -7)$$

Avec ; H = hauteur totale du réservoir (m).

h = hauteur d'eau dans la cuve(m).

R = marge de sécurité (R= 0,5)

$$H = 4 + 0,96 + 0,5 = 5,46 \text{ m}$$

Tableau IV.4: Caractéristique du réservoir projeter.

Réservoir	Type	Volume (m3)	H(m)	D(m)	h(m)
projeter	Semi-enterré	500	5,46	13	4

IV.9 Diagnostic et réhabilitation du l'ouvrage de stockage

Le stockage de l'eau potable **Halouiya est** assuré actuellement par un seul réservoir de 1000 m³ semi-enterrés.

IV.9.1.1 Etat de réservoir existant :

Le réservoir semi enterrée circulaire est en état vétuste a des dimensions (H=3,5m ; R=9m).

Le site est constitué d'une chambre de vanne, et une bache de forme circulaire.

Tableau IV.5: Caractéristique de réservoir existant.

Nom	RES 1000 m ³
localité	SANTA
Longitude(m)	491548,59 m
Latitude(m)	4040558,97 m
Altitude	182,50 m
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	/

(Source DRE)

Observation :

- La peinture des murs est visiblement dégradée.
- Des gouttelettes d'eau apparaissent sur les surfaces des voiles.
- Il y a des fissurations au niveau des voiles.
- Il y a une absence de pax au niveau de la cuve.
- Une partie de la paroi du réservoir est perforée, formant un trou.

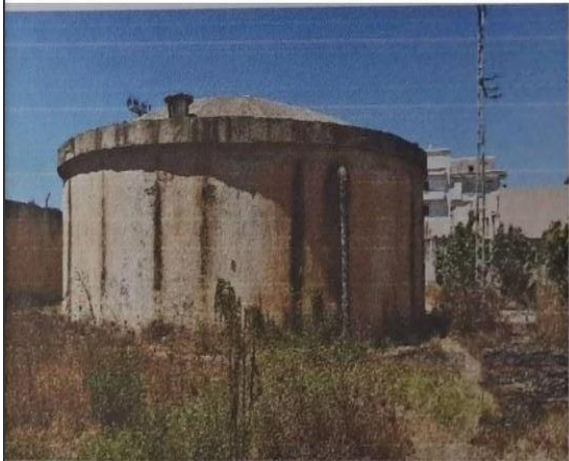


Figure IV. 5 : Réservoir semi-enterrés circulaire (DRE ,2023)

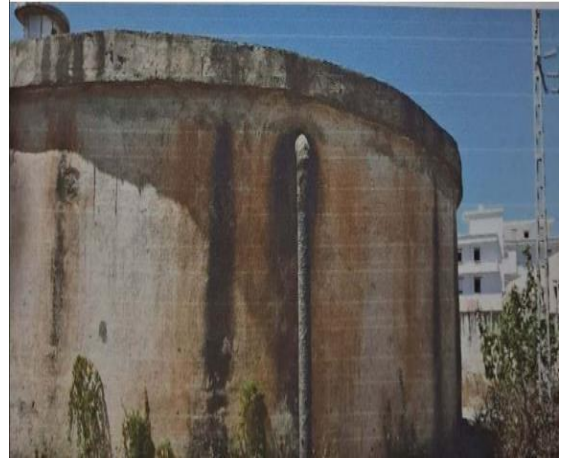


Figure IV.6 : Présence de micro fissuration au niveau de voile et absence de pax (DRE, 2023)

Recommandation :

- Refaire la peinture des murs dégradés et effectuer une réfection sur une surface de 200 m² pour améliorer l'éclairage du site.
- Reboucher immédiatement la paroi pour limiter tous les risques d'infiltration des eaux.
- Refaire le pax au niveau de la cuve de 260 m³.
- Assurer l'entretien et le nettoyage des ouvrages de façon régulière.

IV.10 Hygiène et sécurité

Pour des raisons d'hygiène et de sécurité, les réservoirs doivent être équipés des éléments suivants :

- Fenêtres d'aération et ouvertures munies de plaques de verre pour l'éclairage.
- Une chambre contenant les vannes et autres équipements.
- Un système de fermeture par flotteur de l'alimentation et un indicateur du niveau d'eau.
- Une trappe de visite pour le personnel et un accès pour le nettoyage de la cuve.
- Équipements spéciaux pour le nettoyage, à utiliser au moins une fois par an.
- Des robinets de puisard pour le contrôle de l'eau, en amont et en aval du réservoir.
- Des installations permettant de vérifier en tout temps leur étanchéité.
- Une protection contre les variations de température, les corps étrangers et toute pollution d'origine extérieure.

Conclusion :

La zone d'étude dispose actuellement d'un réservoir d'une capacité de 1000 m³. L'analyse du bilan de stockage, présentée dans ce chapitre, révèle des points cruciaux concernant la gestion des ressources en eau :

- À l'horizon 2024, le volume de stockage disponible est non seulement suffisant pour répondre aux besoins de l'agglomération, mais il affiche également un surplus de 309,39 m³. Ce surplus témoigne de l'efficacité actuelle du système de stockage face à la demande.
- En revanche, à l'horizon 2054, la situation se dégrade, avec un déficit prévisible de 144,311 m³. Cette prévision souligne la nécessité de prendre des mesures proactives pour garantir un approvisionnement adéquat à long terme.

Par conséquent, nous projetons de construire un réservoir d'une capacité de stockage de 500 m³ afin de résoudre ce problème.

Chapitre V

Projection d'un nouveau réseau à l'horizon 2054.

Introduction :

Le diagnostic réalisé sur le réseau de distribution de la ville de HALOUIYA, ainsi que les problèmes et résultats identifiés, nous conduisent à redimensionner le réseau d'AEP de cette localité afin de satisfaire les besoins en termes de pression et de débit. Dans ce chapitre, nous avons envisagé la projection d'un nouveau réseau qui permettra de répondre aux besoins de notre agglomération jusqu'à l'horizon 2054.

V.1 Type des réseaux de distribution : Les réseaux de distribution d'eau potable se divisent en trois types essentiels :

V.1.1 Le réseau ramifié : Un réseau ramifié est un réseau qui est constitué par la conduite principale et des conduites secondaires (branches). Il n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale et que toute la population d'aval sera privée d'eau. [1]

V.1.2 Le réseau maillé : Un réseau maillé est un réseau qui est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées (mailles) en suivant son tracé. Il assure une distribution de retour en cas d'une panne d'un tronçon. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les sens des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon. [1]

V.1.3 Le réseau mixte : est un type de réseau de distribution d'eau qui combine des éléments des réseaux ramifiés et maillés. Il intègre des conduites principales et secondaires pour permettre une distribution en boucle dans certaines zones tout en conservant un schéma ramifié dans d'autres. Cela vise à optimiser l'efficacité de la distribution tout en maintenant la simplicité dans les zones moins peuplées, en adaptant le réseau aux besoins spécifiques de chaque région.

Pour notre étude, nous avons opté pour un réseau mixte en raison de capacité à s'adapter aux contraintes topographiques de la zone et à garantir une distribution efficace.

V.2 Principe du tracé du réseau choisi :

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

- Identifier les zones à forte densité de population.
- Repérer les consommateurs majeurs.
- Déterminer le sens principal de distribution.
- Tracer les conduites principales en suivant ce sens.
- Relier les conduites principales avec des conduites secondaires afin d'assurer une bonne distribution d'eau dans les quartiers.

V.3 Choix de type de matériaux :

Dans le but de bon choix de type de matériau ; on prend en compte les paramètres suivantes :

- Le diamètre.
- La pression du service à supportées par le matériau.
- Les conditions de pose.
- Le prix.
- La durée de vie de matériau.
- La disponibilité de ce dernier sur le marché.

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

V.4 Calcul hydraulique du réseau :

V.4.1 Débit spécifique :

Le débit spécifique se calcule comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum L_i} \quad [(l/s)/m] \dots\dots\dots (V -1)$$

Avec :

Q_p : Débit de pointe de la zone (l/s)

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

V.4.2 Débit en route :

Le débit en route pour chaque tronçon est calculé par la formule suivante :

$$Q_{ri} = q_{sp} \times L_i \quad [l/s] \dots\dots\dots (V -2)$$

Avec :

Q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml) ;

L_i : la longueur du tronçon (m) ;

V.4.3 Débit aux nœuds :

Les débits correspondant en chaque nœud seront calculés par la formule suivante :

$$Q_{Ni} = 0.5 \times \sum q_{ri} + Q_{conc} \dots\dots\dots (V -3)$$

Avec : **Q_i** : est le débit du tronçon affectant ce nœud.

Q_{conc} : Somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré. (Pour notre cas $Q_{conc} = 0$)

$\sum q_{ri}$: Somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds.

V.5 Calcul des débits :

V.5.1 Cas de pointe :

$$Q_{maxh} = 334,992 \text{ m}^3/h = \mathbf{93,0532 \text{ l/s}}$$

La longueur totale du réseau de distribution :

$$\sum L_i = \mathbf{20160 \text{ m}}$$

Donc le débit spécifique est :

$$qsp = \frac{93,0532}{20160} = 0,00461574 \text{ l/s/ml}$$

Les débits aux nœuds sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau V.1: Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe

ID Nœuds	tançons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
Nœud 1	1_49	874	4,034	3,009
	1_51	430	1,984	
Nœud 2	2_39	300	1,384	1,489
	2_10	310	1,430	
	2_9	35	0,161	
Nœud 3	3_9	190	0,876	0,438
Nœud 4	4_9	36	0,166	0,625
	4_5	200	0,923	
	4_10	35	0,161	
Nœud 5	5_4	200	0,923	0,462
Nœud 6	6_12	212	0,978	0,489
Nœud 7	7_13	218	1,006	0,503
Nœud 8	8_15	209	0,964	0,482
Nœud 9	9_4	36	0,166	0,602
	9_2	35	0,161	
	9_3	190	0,876	
Nœud 10	10_4	35	0,161	1,225
	10_2	310	1,430	
	10_11	186	0,858	
Nœud 11	11_10	186	0,858	1,835
	11_16	583	2,690	
	11_12	26	0,12	
Nœud 12	12_11	26	0,12	0,628
	12_13	34	0,156	
	12_6	212	0,978	
Nœud 13	13_12	34	0,156	0,621
	13_7	218	1,006	
	13_14	17	0,078	
Nœud 14	14_13	17	0,078	0,928
	14_15	18	0,083	
	14_53	367	1,693	
Nœud 15	15_14	18	0,083	0,623
	15_16	43	0,198	
	15_8	209	0,964	
Nœud 16	16_15	43	0,198	2,938
	16_11	583	2,690	
	16_17	647	2,986	

Suite Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe

ID Nœuds	tançons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
Nœud 17	17_16	647	2,986	2,896
	17_18	382	1,763	
	17_21	226	1,043	
Nœud 18	18_17	382	1,763	2,174
	18_31	139	0,641	
	18_19	421	1,943	
Nœud 19	19_18	421	1,943	1,934
	19_50	147	0,678	
	19_20	270	1,246	
Nœud 20	20_19	270	1,246	0,928
	20_33	63	0,290	
	20_53	69	0,318	
Nœud 21	21_17	226	1,043	1,133
	21_44	132	0,609	
	21_30	133	0,613	
Nœud 22	22_44	19	0,087	0,383
	22_23	84	0,387	
	22_24	63	0,290	
Nœud 23	23_22	84	0,387	1,297
	23_55	348	1,606	
	23_56	130	0,60	
Nœud 24	24_22	63	0,290	2,336
	24_25	500	2,307	
	24_29	449	2,072	
Nœud 25	25_24	500	2,307	5,082
	25_26	265	1,223	
	25_45	1437	6,632	
Nœud 26	26_25	265	1,223	1,498
	26_27	195	0,900	
	26_29	189	0,872	
Nœud 27	27_26	195	0,900	1,193
	27_28	32	0,147	
	27_37	290	1,338	
Nœud 28	28_27	32	0,147	4,258
	28_46	357	1,647	
	28_46	1456	6,720	
Nœud 29	29_26	189	0,872	1,775
	29_24	449	2,072	
	29_34	131	0,604	
Nœud 30	30_21	133	0,613	1,006
	30_31	168	0,775	
	30_48	135	0,623	

Suite Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe

ID Nœuds	tançons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
Nœud 31	31_30	168	0,775	0,796
	31_32	38	0,175	
	31_18	139	0,641	
Nœud 32	32_31	38	0,175	1,394
	32_41	250	1,153	
	32_36	316	1,458	
Nœud 33	33_20	63	0,290	1,726
	33_51	442	2,040	
	33_50	243	1,121	
Nœud 34	34_29	131	0,604	0,898
	34_35	19	0,087	
	34_36	239	1,103	
Nœud 35	35_34	19	0,087	1,419
	35_37	215	0,992	
	35_38	381	1,758	
Nœud 36	36_34	239	1,103	1,431
	36_48	65	0,300	
	36_32	316	1,458	
Nœud 37	37_35	215	0,992	1,526
	37_38	156	0,720	
	37_27	290	1,338	
Nœud 38	38_37	156	0,720	1,468
	38_35	381	1,758	
	38_40	99	0,456	
Nœud 39	39_2	300	1,384	1,274
	39_53	252	1,163	
Nœud 40	40_38	99	0,456	1,687
	40_47	346	1,597	
	40_41	286	1,320	
Nœud 41	41_40	286	1,320	2,195
	41_42	90	0,415	
	41_32	250	1,153	
	41_52	325	1,500	
Nœud 42	42_41	90	0,415	1,641
	42_49	372	1,717	
	42_43	249	1,149	

Suite Tableau V.1 : Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe

ID Nœuds	tançons	Longueur(m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
Nœud 43	43_42	249	1,149	2,116
	43_52	187	0,863	
	43_51	481	2,220	
Nœud 44	44_22	19	0,087	0,441
	44_48	40	0,184	
	44_21	132	0,609	
Nœud 45	45_54	641	2,958	4,796
	45_25	1437	6,632	
Nœud 46	46_28	357	1,647	5,449
	46_28	1456	6,720	
	46_47	548	2,529	
Nœud 47	47_46	548	2,529	3,289
	47_40	346	1,597	
	47_49	531	2,450	
Nœud 48	48_44	40	0,184	0,554
	48_30	135	0,623	
	48_36	65	0,300	
Nœud 49	49_47	531	2,450	4,101
	49_42	372	1,717	
	49_1	874	4,034	
Nœud 50	50_19	147	0,678	1,253
	50_33	243	1,121	
	50_52	153	0,706	
Nœud 51	51_33	442	2,040	3,123
	51_1	430	1,984	
	51_43	481	2,220	
Nœud 52	52_50	153	0,706	1,535
	52_43	187	0,863	
	52_41	325	1,500	
Nœud 53	53_20	69	0,318	1,588
	53_39	252	1,163	
	53_14	367	1,693	
Nœud 54	54_45	641	2,958	1,479
Nœud 55	55_23	348	1,606	0,803
Nœud 56	56_23	130	0,600	0,300

V.5.2 Cas de pointe + incendie :

Pour cette situation, le calcul est similaire à celui du cas précédent (cas de pointe), mais il est nécessaire de garantir le débit d'incendie fourni par le réservoir de 17 l/s. Ce débit doit être ajouté au point le plus défavorable, c'est-à-dire au nœud le plus éloigné du réservoir. Donc le débit nodal dans ce point sera :

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum Q_r + 17 \text{ l/s} \dots\dots\dots(V -4)$$

Q_{n1} = point plus éloigné

La demande au niveau des nœuds reste la même que celle dans le cas de pointe sauf au nœud 1 qui devient :

$$Q_{n1} = 3,01 + 17 = 20,01 \text{ l/s}$$

V.6 Résultats de la simulation hydraulique du réseau :

a) Cas de pointe :

Les résultats du cas pointe sont représentés dans ce qui suit :

- Les cotes piézométriques et pressions :

Tableau V.2: Cotes et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe)

ID Nœud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	pression
	m	L/s	m	m
Nœud1	99,5	3,01	160,81	61,28
Nœud2	98,73	1,49	156,69	57,93
Nœud3	99,28	0,44	156,48	57,17
Nœud4	99,78	0,63	156,58	56,77
Nœud5	99,78	0,46	156,41	56,6
Nœud6	103,79	0,49	156,77	52,77
Nœud7	104,34	0,5	157,02	52,66
Nœud8	104	0,48	157,27	52,4
Nœud9	99,28	0,6	156,63	57,32
Nœud10	100,11	1,23	156,61	56,47
Nœud11	103,22	1,83	156,86	53,61
Nœud12	103,74	0,63	156,97	53,21
Nœud13	104,35	0,62	157,24	52,87
Nœud14	104,54	0,93	157,46	52,89
Nœud15	104,92	0,62	157,47	52,52
Nœud16	105,64	2,94	157,53	51,86
Nœud17	115,58	2,9	165,79	50,18
Nœud18	113,35	2,17	165,3	51,92
Nœud19	106,08	1,93	161,98	55,88
Nœud20	102,02	0,93	160,38	58,33

Suite Tableau V.2 : Cotes et pression dans le réseau projeté (cas de pointe)

ID Nœud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	pression
	m	L/s	m	m
Nœud21	119,07	1,13	168	48,91
Nœud22	121,48	0,38	168,77	47,26
Nœud23	122,67	1,3	168,49	45,8
Nœud24	122,09	2,34	169,26	47,15
Nœud25	129,97	5,08	173,49	43,49
Nœud26	128,63	1,5	171,94	43,29
Nœud27	127,81	1,19	171,06	43,23
Nœud28	128,7	4,26	170,6	41,87
Nœud29	125,89	1,77	171,07	45,15
Nœud30	118,09	1,01	167,27	49,16
Nœud31	115,68	0,8	166,32	50,62
Nœud32	115,63	1,39	166,29	50,64
Nœud33	102,62	1,73	160,65	58
Nœud34	123,33	0,9	170,59	47,24
Nœud35	123,1	1,42	170,57	47,45
Nœud36	120,46	1,43	167,87	47,39
Nœud37	122,24	1,53	170,37	48,1
Nœud38	119,41	1,47	169,63	50,19
Nœud39	98,13	1,27	158,5	60,34
Nœud40	117,77	1,69	168,91	51,11
Nœud41	113,1	2,19	165,5	52,37
Nœud42	111,73	1,64	164,47	52,71
Nœud43	107,84	2,12	163,21	55,35
Nœud44	121,27	0,44	168,72	47,43
Nœud45	154,84	4,8	177,93	23,08
Nœud46	126,5	5,45	164,03	37,51
Nœud47	115,2	3,29	162,89	47,66
Nœud48	120,44	0,55	167,98	47,51
Nœud49	112,2	4,1	161,51	49,29
Nœud50	105,9	1,25	162,22	56,29
Nœud51	101,5	3,12	161,14	59,61
Nœud52	108	1,53	163,09	55,07
Nœud53	101	1,59	159,54	58,51
Nœud54	142,6	1,48	173,1	30,48
Nœud55	124,95	0,8	165,91	40,94
Nœud56	124	0,3	168,44	43,65

Les vitesses et les pertes de charges :

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

Tronçons	Longueur	diamètre	débits	vitesse	Perte de charge
	m	mm	L/s	m/s	m/Km
Tuyau1	430	79,2	1,1	0,22	0,76
Tuyau2	874	96,8	1,91	0,26	0,8
Tuyau3	186	79,2	1,49	0,3	1,339
Tuyau4	1297	312,8	93,07	1,21	3,521
Tuyau5	290	141	-9,32	0,6	2,408
Tuyau6	381	110,2	4,96	0,52	2,483
Tuyau7	346	66	3,68	1,08	17,395
Tuyau8	442	55,4	-0,53	0,22	1,12
Tuyau9	252	96,8	4,63	0,63	4,116
Tuyau10	300	79,2	3,36	0,68	6,041
Tuyau11	35	79,2	1,64	0,33	1,603
Tuyau12	69	110,2	11,72	1,23	12,216
Tuyau13	147	55,4	-0,64	0,26	1,575
Tuyau14	270	110,2	7,94	0,83	5,945
Tuyau15	421	110,2	9,24	0,97	7,864
Tuyau16	382	96,8	2,47	0,34	1,286
Tuyau17	583	55,4	-0,53	0,22	1,145
Tuyau18	367	96,8	-5,5	0,75	5,655
Tuyau19	647	79,2	-5,03	1,02	12,761
Tuyau20	226	110,2	10,4	1,09	9,8
Tuyau21	132	176,2	26,09	1,07	5,468
Tuyau22	19	176,2	28,94	0,76	2,228
Tuyau23	135	55,4	1,22	0,5	5,242
Tuyau24	40	55,4	2,41	1	18,621
Tuyau25	65	55,4	0,64	0,27	1,62
Tuyau26	130	55,4	0,3	0,22	0,393
Tuyau27	348	44	-0,8	0,53	7,416
Tuyau28	1437	312,8	86,79	1,13	3,094
Tuyau29	250	141	10,86	0,7	3,197
Tuyau30	325	110,2	-8,93	0,94	7,388
Tuyau31	187	55,4	-0,39	0,26	0,64
Tuyau32	481	96,8	4,75	0,64	4,308
Tuyau33	243	96,8	5,91	0,8	6,46
Tuyau34	372	66	2,41	0,7	7,936
Tuyau35	212	55,4	0,49	0,2	0,974

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

Tronçons	Longueur	diamètre	débites	vitesse	Perte de charge
	m	mm	L/s	m/s	m/Km
Tuyau36	218	55,4	0,5	0,21	1,011
Tuyau37	209	55,4	0,48	0,2	0,937
Tuyau38	286	110,2	11,56	1,21	11,923
Tuyau39	36	55,4	0,6	0,25	1,425
Tuyau40	35	55,4	-0,49	0,2	0,967
Tuyau41	310	55,4	0,23	0,21	0,237
Tuyau42	190	55,4	0,44	0,22	0,798
Tuyau43	200	55,4	-0,46	0,2	0,866
Tuyau44	26	79,2	-2,78	0,57	4,265
Tuyau45	34	79,2	-3,9	0,79	7,977
Tuyau46	17	79,2	-5,02	1,02	12,726
Tuyau47	18	66	-0,46	0,13	0,366
Tuyau48	43	79,2	-1,56	0,32	1,454
Tuyau49	84	79,2	2,4	0,49	3,239
Tuyau50	63	176,2	-31,72	1,3	7,853
Tuyau51	500	176,2	-33	1,35	8,452
Tuyau52	265	220,4	48,71	1,28	5,842
Tuyau53	195	176,2	-23,43	0,96	4,482
Tuyau54	32	110,2	12,92	1,35	14,637
Tuyau55	189	176,2	23,77	0,98	4,605
Tuyau56	449	55,4	1,05	0,44	4,026
Tuyau57	133	141	14,55	0,93	5,494
Tuyau58	168	141	14,76	0,95	5,639
Tuyau59	38	141	5,02	0,32	0,766
Tuyau60	139	110,2	8,94	0,94	7,396
Tuyau61	63	96,8	4,71	0,64	4,239
Tuyau62	156	141	13,45	0,86	4,748
Tuyau63	131	176,2	20,95	0,86	3,643
Tuyau64	15	176,2	12,03	0,49	1,305
Tuyau65	99	141	16,94	1,08	7,276
Tuyau66	239	96,8	8,02	1,09	11,372
Tuyau67	90	110,2	11,31	1,19	11,435
Tuyau68	215	141	-5,66	0,36	0,955
Tuyau69	249	110,2	7,26	0,76	5,029
Tuyau70	316	110,2	-7,23	0,76	4,996
Tuyau71	357	66	3,79	1,11	18,391
Tuyau72	153	110,2	7,79	0,82	5,738
Tuyau73	548	96,8	3,21	0,44	2,087
Tuyau74	531	96,8	3,6	0,49	2,585
Tuyau75	1456	96,8	-4,86	0,66	4,509
Tuyau76	641	55,4	1,48	0,61	7,544

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe :

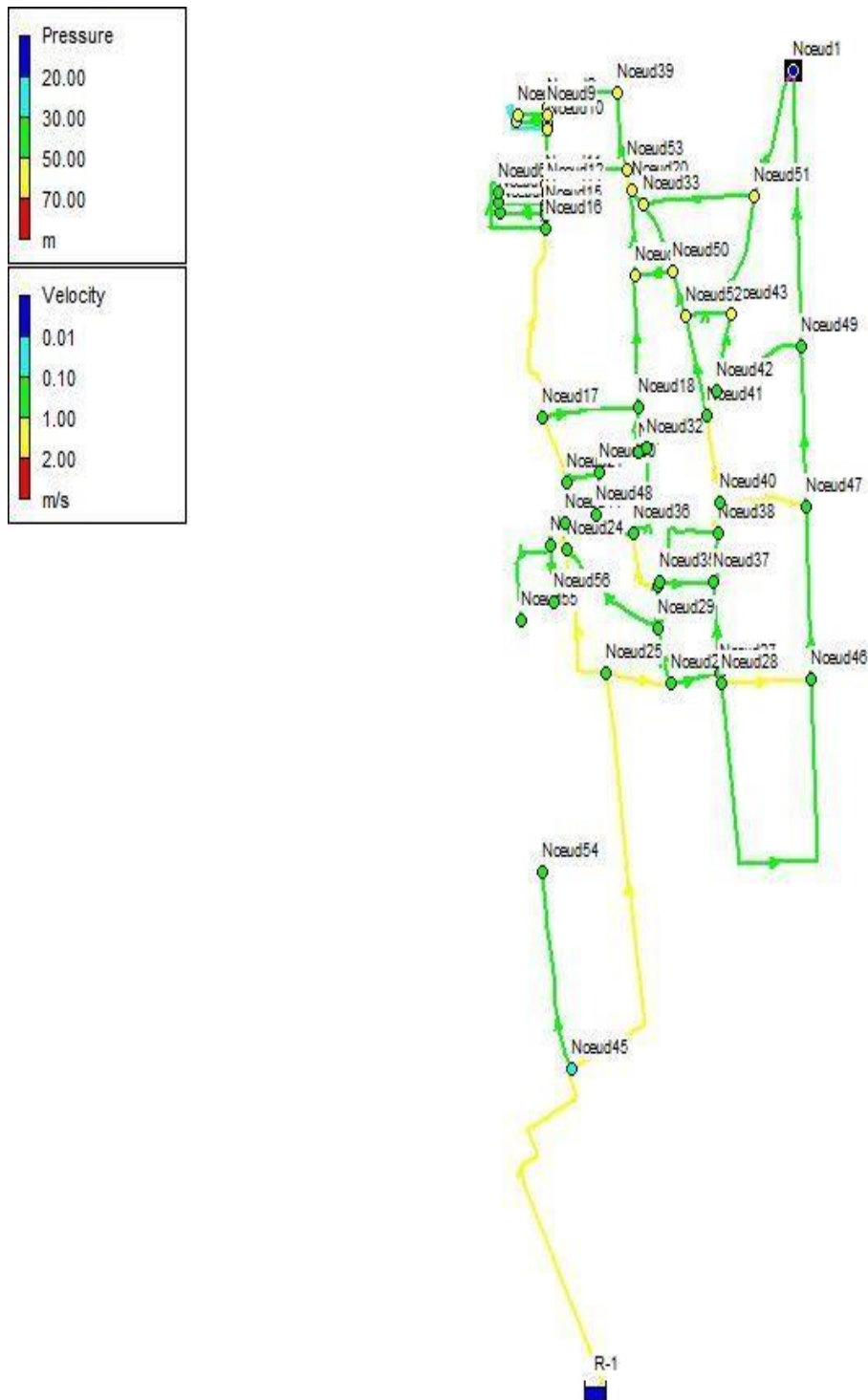


Figure V.1 : Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe

b) Cas de pointe + incendie :

- Les cotes piézométriques et pressions :

Tableau V.4: Cotes et pressions des noeuds (cas de pointe + incendie)

ID Nœud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	pression
	m	L/s	m	m
Nœud1	99,5	20,01	125,74	26,22
Nœud2	98,73	1,49	147,96	49,2
Nœud3	99,28	0,44	147,76	48,45
Nœud4	99,78	0,63	147,87	48,07
Nœud5	99,78	0,46	147,7	47,89
Nœud6	103,79	0,49	148,13	44,14
Nœud7	104,34	0,5	148,4	44,04
Nœud8	104	0,48	148,69	43,82
Nœud9	99,28	0,6	147,91	48,6
Nœud10	100,11	1,23	147,92	47,78
Nœud11	103,22	1,83	148,22	44,98
Nœud12	103,74	0,63	148,34	44,58
Nœud13	104,35	0,62	148,62	44,25
Nœud14	104,54	0,93	148,85	44,29
Nœud15	104,92	0,62	148,88	43,94
Nœud16	105,64	2,94	149	43,33
Nœud17	115,58	2,9	159,37	43,77
Nœud18	113,35	2,17	158,37	45
Nœud19	106,08	1,93	153,48	47,38
Nœud20	102,02	0,93	151,35	49,3
Nœud21	119,07	1,13	162,35	43,26
Nœud22	121,48	0,38	163,48	41,97
Nœud23	122,67	1,3	163,2	40,51
Nœud24	122,09	2,34	164,18	42,07
Nœud25	129,97	5,08	170,08	40,09
Nœud26	128,63	1,5	167,85	39,2
Nœud27	127,81	1,19	166,56	38,73
Nœud28	128,7	4,26	165,84	37,12
Nœud29	125,89	1,77	166,61	40,7
Nœud30	118,09	1,01	161,18	43,07
Nœud31	115,68	0,8	159,62	43,92
Nœud32	115,63	1,39	159,55	43,89
Nœud33	102,62	1,73	151,44	48,8
Nœud34	123,33	0,9	165,91	42,56
Nœud35	123,1	1,42	165,88	42,76

Tableau V.4 : Cotes et pression des nœuds (cas de pointe+ incendie) :

ID Nœud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	pression
	m	L/s	m	m
Nœud36	120,46	1,43	162,04	41,56
Nœud37	122,24	1,53	165,55	43,28
Nœud38	119,41	1,47	164,37	44,94
Nœud39	98,13	1,27	149,62	51,46
Nœud40	117,77	1,69	163,18	45,39
Nœud41	113,1	2,19	157,83	44,71
Nœud42	111,73	1,64	155,38	43,63
Nœud43	107,84	2,12	152,71	44,85
Nœud44	121,27	0,44	163,41	42,12
Nœud45	154,84	4,8	176,27	21,42
Nœud46	126,5	5,45	153,77	27,25
Nœud47	115,2	3,29	149,44	34,22
Nœud48	120,44	0,55	162,26	41,8
Nœud49	112,2	4,1	141,89	29,68
Nœud50	105,9	1,25	153,46	47,53
Nœud51	101,5	3,12	143,85	42,33
Nœud52	108	1,53	154,34	46,31
Nœud53	101	1,59	150,59	49,56
Nœud54	142,6	1,48	171,43	28,82
Nœud55	124,95	0,8	160,62	35,65
Nœud56	124	0,3	163,15	38,36

- Les vitesses et les pertes de charges :

Tableau V.5 : Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe +incendie)

Tronçons	Longueur	diamètre	débits	vitesse	Perte de charge
	m	mm	L/s	m/s	m/Km
Tuyau1	430	79,2	9,59	1,95	42,127
Tuyau2	874	96,8	10,42	1,42	18,484
Tuyau3	186	79,2	1,65	0,33	1,615
Tuyau4	1297	312,8	110,07	1,43	4,804
Tuyau5	290	141	-11,43	0,73	3,511
Tuyau6	381	110,2	6,39	0,67	3,97
Tuyau7	346	66	5,75	1,68	39,709
Tuyau8	442	55,4	2,31	0,96	17,178
Tuyau9	252	96,8	4,47	0,61	3,858
Tuyau10	300	79,2	3,2	0,65	5,523

Suite Tableau V.5 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).

Tronçons	Longueur	diamètre	débits	vitesse	Perte de charge
	m	mm	L/s	m/s	m/Km
Tuyau11	35	79,2	1,55	0,31	1,435
Tuyau12	69	110,2	11,06	1,16	10,973
Tuyau13	147	55,4	0,2	0,2	0,185
Tuyau14	270	110,2	9,27	0,97	7,915
Tuyau15	421	110,2	11,4	1,2	11,609
Tuyau16	382	96,8	3,62	0,49	2,615
Tuyau17	583	55,4	-0,58	0,24	1,334
Tuyau18	367	96,8	-5	0,68	4,738
Tuyau19	647	79,2	-5,69	1,16	16,031
Tuyau20	226	110,2	12,22	1,28	13,198
Tuyau21	132	176,2	32,13	1,32	8,042
Tuyau22	19	176,2	35,62	0,93	3,272
Tuyau23	135	55,4	1,53	0,63	8,01
Tuyau24	40	55,4	3,05	1,27	28,8
Tuyau25	65	55,4	0,97	0,4	3,463
Tuyau26	130	55,4	0,3	0,22	0,393
Tuyau27	348	44	-0,8	0,53	7,416
Tuyau28	1437	312,8	103,79	1,35	4,309
Tuyau29	250	141	16,41	1,05	6,865
Tuyau30	325	110,2	-10,93	1,15	10,746
Tuyau31	187	55,4	1,6	0,66	8,687
Tuyau32	481	96,8	10,4	1,41	18,426
Tuyau33	243	96,8	6,76	0,92	8,285
Tuyau34	372	66	5,48	1,6	36,273
Tuyau35	212	55,4	0,49	0,2	0,974
Tuyau36	218	55,4	0,5	0,21	1,011
Tuyau37	209	55,4	0,48	0,2	0,937
Tuyau38	286	110,2	14,75	1,55	18,71
Tuyau39	36	55,4	0,51	0,21	1,035
Tuyau40	35	55,4	-0,58	0,24	1,346
Tuyau41	310	55,4	0,17	0,2	0,13
Tuyau42	190	55,4	0,44	0,28	0,798
Tuyau43	200	55,4	-0,46	0,29	0,866
Tuyau44	26	79,2	-2,9	0,59	4,589
Tuyau45	34	79,2	-4,02	0,82	8,406
Tuyau46	17	79,2	-5,14	1,04	13,256

Suite Tableau V.5 : vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).

Tronçons	Longueur	diamètre	débits	vitesse	Perte de charge
	m	mm	L/s	m/s	m/Km
Tuyau47	18	66	-1,07	0,31	1,764
Tuyau48	43	79,2	-2,17	0,44	2,688
Tuyau49	84	79,2	2,4	0,49	3,239
Tuyau50	63	176,2	-38,4	1,57	11,188
Tuyau51	500	176,2	-39,5	1,62	11,791
Tuyau52	265	220,4	59,21	1,55	8,387
Tuyau53	195	176,2	-28,91	1,19	6,615
Tuyau54	32	110,2	16,29	1,71	22,495
Tuyau55	189	176,2	28,8	1,18	6,567
Tuyau56	449	55,4	1,24	0,51	5,416
Tuyau57	133	141	18,78	1,2	8,81
Tuyau58	168	141	19,3	1,24	9,266
Tuyau59	38	141	8,55	0,55	2,054
Tuyau60	139	110,2	9,94	1,04	9,015
Tuyau61	63	96,8	2,72	0,37	1,534
Tuyau62	156	141	17,27	1,11	7,546
Tuyau63	131	176,2	25,79	1,06	5,354
Tuyau64	15	176,2	15,18	0,62	2,007
Tuyau65	99	141	22,19	1,42	12
Tuyau66	239	96,8	9,71	1,32	16,212
Tuyau67	90	110,2	18,04	1,89	27,168
Tuyau68	215	141	-7,38	0,47	1,561
Tuyau69	249	110,2	10,92	1,15	10,73
Tuyau70	316	110,2	-9,25	0,97	7,883
Tuyau71	357	66	5,27	1,54	33,825
Tuyau72	153	110,2	7,81	0,82	5,758
Tuyau73	548	96,8	6,58	0,89	7,897
Tuyau74	531	96,8	9,04	1,23	14,219
Tuyau75	1456	96,8	-6,76	0,92	8,294
Tuyau76	641	55,4	1,48	0,61	7,544

La figure ci-dessous représente le résultat de la simulation du réseau pour le cas de pointe + incendie :

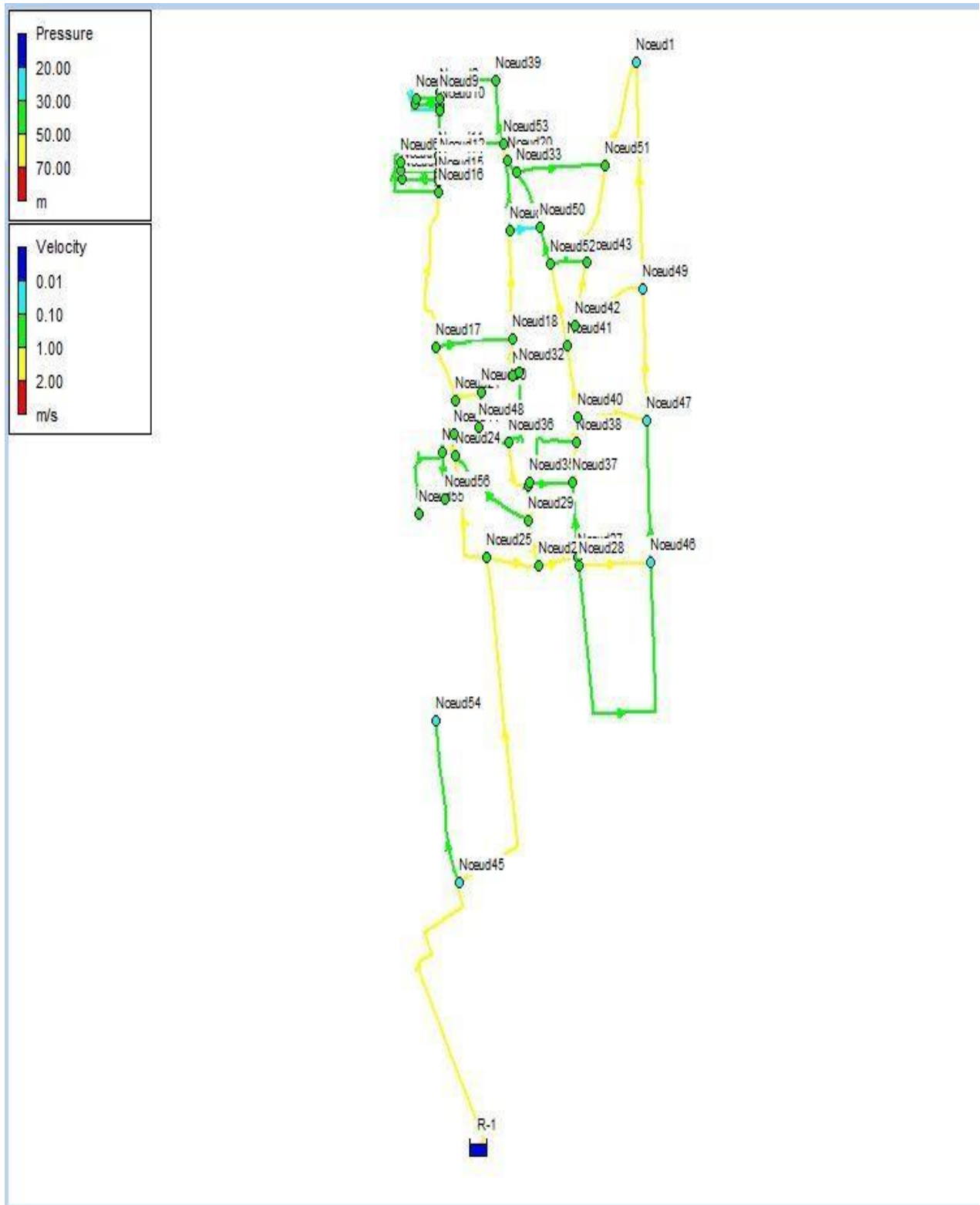


Figure V.2: Représentation de réseau après la simulation pour le cas de pointe + incendie

V.7 Comparaison avant et après la réhabilitation

Le tableau ci-dessous présente la comparaison entre le réseau existant et le réseau projeté :

Tableau V.6: Comparaison avant et après la réhabilitation

Cas	cas de pointe		cas de pointe + incendie	
Réseau	Avant réhabilitation	Après réhabilitation	avant réhabilitation	Après réhabilitation
Type de réseau	Mixte		mixte	
Type de matériaux de la conduite	AMC PVC PEHD	PEHD	AMC PVC PEHD	PEHD
Nombre de tronçons	122	76	122	76
Nombres des nœuds	115	56	115	56
Nombre des nœuds avec Pression inférieur a 1 bar	61	0	113	0
Nombre des tronçons avec vitesse $0,1\text{m/s} < V < 0,3\text{m/s}$	31	16	23	7
Nombre des tronçons avec vitesse $< 0,1\text{m/s}$	27	0	28	0

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



Figure V.3: Zone de distribution de pression avant la réhabilitation

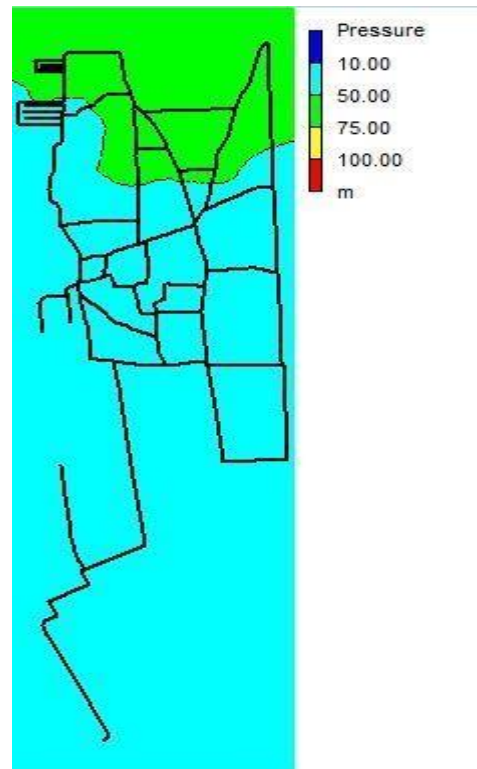


Figure V.4: zone de distribution après la réhabilitation

Interprétation :

On remarque que le réseau réagit bien en cas de pointe

- La pression dans les normes entres (1bars et 6 bars).
- La pression minimale supérieure à 10m c e. et elle ne dépasse pas les 7 bars (70 mce).
- La vitesse est entre (0,3à) m/s (norme de matériau PEHD).
- Dans quelque traçons on remarque des vitesses faible (**0,1m/s<V<0,3m/s**).

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons conçu un nouveau réseau de distribution pour la ville de Halouiya en visant une réhabilitation complète du système existant. Nous avons remplacé l'intégralité des conduites en amiante-ciment (AMC) et PVC, qui étaient en mauvais état et dépassées, par des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD), tout en conservant certaines conduites en PEHD déjà existantes, car elles étaient encore en bon état. Nous avons également redessiné les mailles du réseau, en supprimant certaines ramifications pour assurer une répartition optimale des vitesses et des pressions.

Les résultats de la simulation du nouveau réseau sont très satisfaisants, que ce soit lors des périodes de pointe ou en cas de demande maximale avec incendie. Les pressions aux nœuds se maintiennent dans des plages appropriées, et les vitesses d'écoulement dans les conduites sont conformes aux normes, garantissant ainsi une performance fiable et équilibrée du réseau réhabilité.

Chapitre VI :

Pose de

canalisation et

accessoires.

Introduction :

Ce chapitre a pour objectif de présenter les principes et les différents types de pose de canalisations, ainsi que les divers accessoires installés le long des conduites pour garantir leur bon fonctionnement et protéger le réseau.

VI.1 Pose de canalisation :

- Les canalisations sont généralement posées en tranchée à l'exception de certains cas où elles sont posées sur sol à condition d'être rigoureusement entretenues et protégées.
- Si la canalisation est posée en tranchée. Celle-ci doit être suffisamment large de façon à permettre l'entrée des ouvriers. Le fond doit avoir été réglé et nivelé conformément au profil en long définitif de la conduite.
- La tranchée devra présenter un élargissement au niveau des joints (niches).
- 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 dans les régions tempérées et de 1,25 à 1,50 m dans les régions à climat rigoureux.
- Une conduite doit toujours être posée de façon à créer des points bas pour la vidange et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques mm 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 dur d'environ 10 cm, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz. [1]

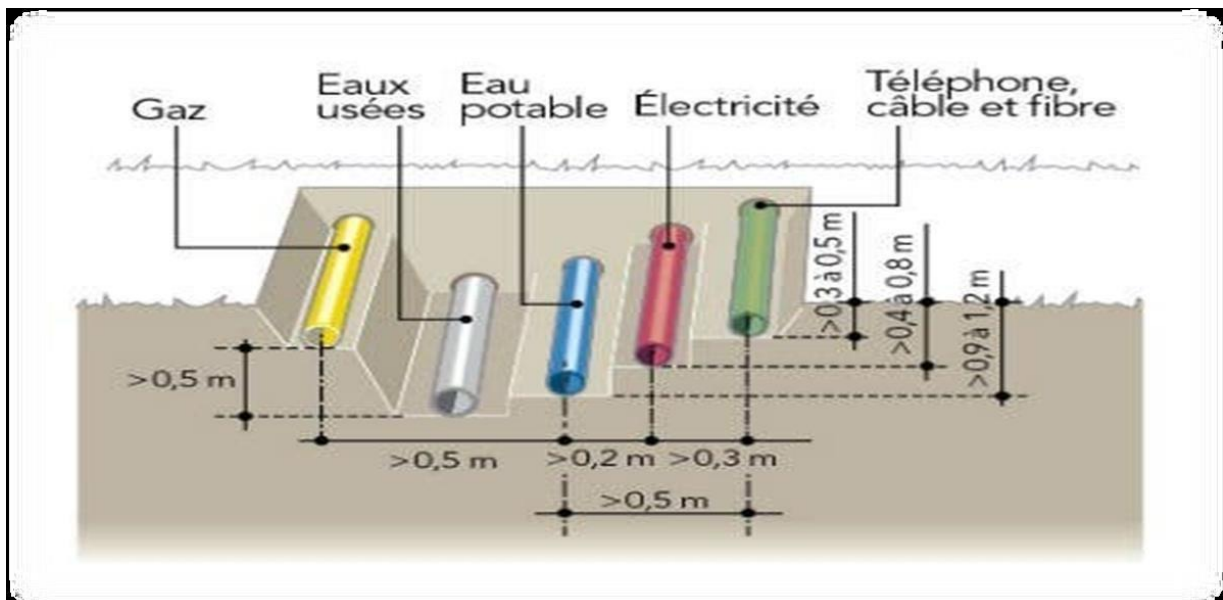


Figure VI.1: Position des différentes canalisations par rapport à la canalisation d'AEP.
(Source : <https://www.adeo.com/leroy-merlin/>)

VI.1.1 Types de pose de canalisation :

Les différentes méthodes de pose de canalisations pour la réalisation d'un projet :

- Pose de canalisation dans un terrain ordinaire ;
- Pose dans un mauvais terrain
- Pose de canalisation en galerie ;
- Traversée d'une rivière ;
- Pose canalisation sans ouverture de tranchée ;
- Pose en pente

VI.1.1.1 Pose de canalisation dans un terrain ordinaire :

La canalisation est installée dans une tranchée d'une largeur minimale de 60 cm.

La profondeur de la tranchée doit être suffisante pour accueillir le lit de pose, la conduite et l'épaisseur (80cm au minimum).

Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm, bien nivelé. Avant les travaux de fouille, un tri des conduites est réalisé pour éliminer celles qui sont endommagées, telles que celles présentant des impacts ou des fissures. Ensuite, la mise en place dans le lit se fait manuellement ou mécaniquement.

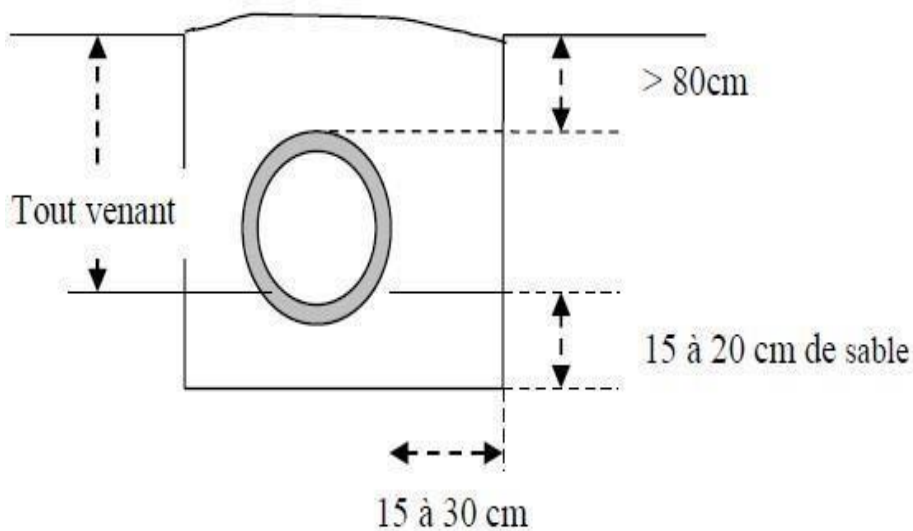


Figure VI.2: Pose de conduite en tranchée dans un terrain ordinaire (b.Saleh 2014)

VI.1.1.2 Pose dans un mauvais terrain :

Si le terrain est de mauvaise qualité on peut envisager quelques solutions :

➤ Cas d'un terrain peu consistant :

Pour prévenir tout déplacement ultérieur, il est recommandé de poser la canalisation sur une semelle en béton armé ou non, avec un lit de sable interposé. La semelle peut être continue ou non selon la nature du sol. Si la canalisation repose sur des tasseaux, ceux-ci doivent être placés plus proche des joints et soutenus par des pieux enfoncés jusqu'à un bon sol.

➤ Cas d'un terrain mouille :

La tranchée est équipée d'un système de drainage recouvert d'une couche de gravier de gros calibre, suivie d'un lit de béton armé sur lequel repose la conduite.

VI.1.1.3 Pose de canalisations en galerie :

Lorsque le tracé de la canalisation rencontre des obstacles, elle peut être installée en galerie. Les conduites de grand diamètre sont posées sur des madriers en chêne avec des cales pour éviter tout déplacement. Un canal de drainage dirige les eaux stagnantes vers l'égout. Les petites canalisations sont insérées dans un fourreau reposant sur des supports en béton, et des vannes d'arrêt sont placées de chaque côté de la route.

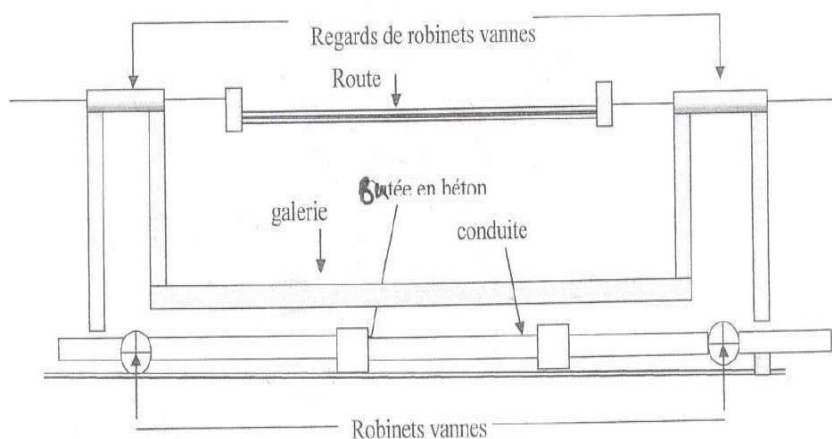


Figure VI.3: pose de canalisation en galerie (b. Saleh 2014)

VI.1.1.4 Traversée d'une rivière :

La pose de canalisations à travers une rivière nécessite des renforcements en fonction des conditions locales. Si un pont est présent, la canalisation peut y être fixée. Elle peut aussi suivre le lit de la rivière, protégée par du tout-venant.

Pour les traversées sous-marines, on utilise des canalisations en acier ou polyéthylène pour leur élasticité, avec des joints soudés et stabilisés par des butées en béton.

VI.1.1.5 Pose de canalisation sans ouverture de tranchée :

Deux principales méthodes sont utilisées en fonction du diamètre des conduites :

1. **Pose par fonçage :** Cette méthode consiste à pousser un fourreau perforant à l'aide de vérins, en utilisant un ancrage transversal. Un outil désagrège le terrain à l'avant et à l'intérieur du fourreau. Pour les longues distances, on privilégie le forage par sections, avec une lubrification extérieure à la bentonite pour diminuer la résistance au frottement.
2. **Pose par forage dirigé :** Cette technique se déroule en deux étapes.

D'abord, un trou pilote est foré avec une tête orientable équipée de buses d'injection de bentonite. La précision du forage est assurée par un système de guidage par ondes. Ensuite, les conduites en fonte ou en PEHD sont tirées à travers le trou pilote à l'aide d'un train de tiges, tout en maintenant une circulation continue de bentonite pour stabiliser le processus.

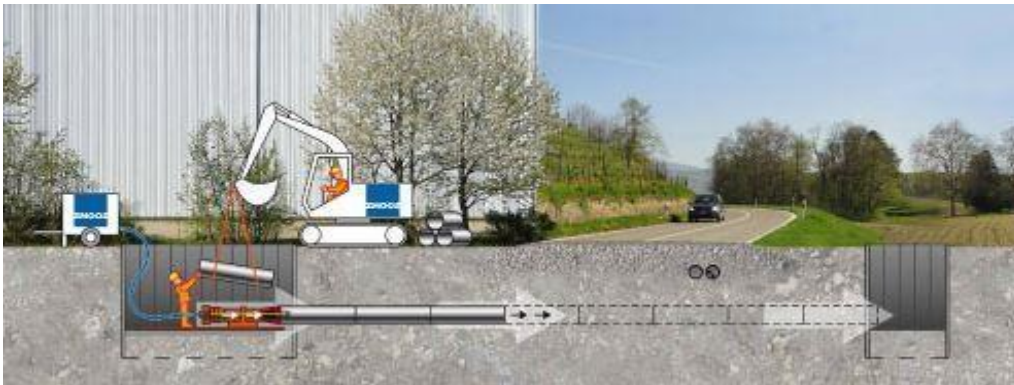


Figure VI.4: Pose par fonçage pousse tube

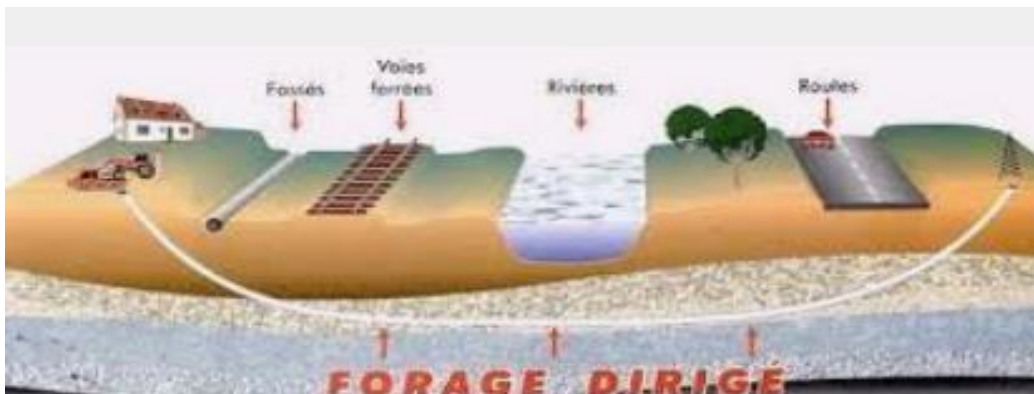


Figure VI.5 : pose par forage dirigé

VI.1.1.6 Pose en pente :

Lorsque la pente de la canalisation excède 25 %, les frottements entre la conduite et le sol ne suffisent plus à garantir sa stabilité. Dans ce cas, il est nécessaire de contrebalancer la force gravitationnelle axiale en utilisant des butées d'ancrage ou des joints verrouillés, souvent en combinaison. Après le remblaiement, le nivellement consiste à répartir uniformément les monticules de terre, suivi d'un compactage pour accroître la densité du sol et éviter les tassements futurs

VI.2 Les accessoires ^[3] :

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

VI.2.1 Robinet vannes :

VI.2.1.1 Les robinets vannes à opercule :

Ces appareils de sectionnement doivent être entièrement ouverts ou fermés. Leur taille est nettement plus importante que celle des vannes papillon, qui sont généralement utilisées pour les petits diamètres (de 40 à 300 mm).

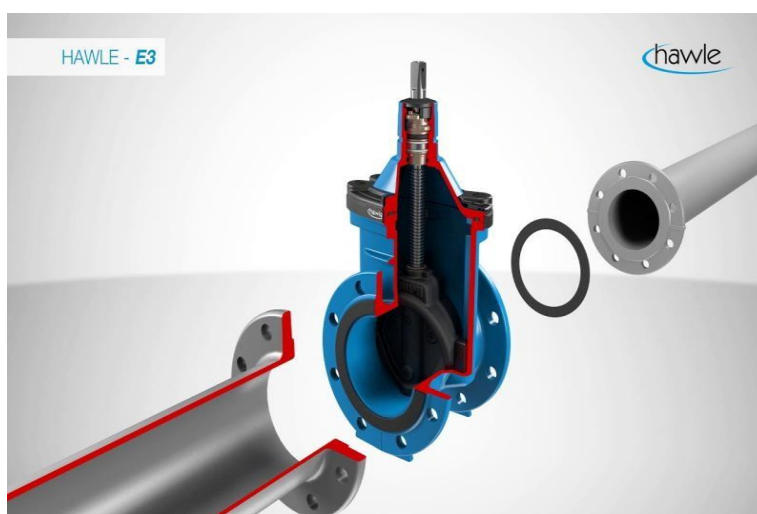


Figure VI.6 : Robinet vanne à opercule

VI.2.1.2 Les vannes papillons :

Elles peuvent être utilisées à la fois pour le sectionnement et le réglage des débits. Elles sont compactes, légères, nécessitent un faible couple de manœuvre et entraînent de faibles pertes de charge lorsqu'elles sont entièrement ouvertes, elles sont plutôt employées pour les gros diamètres (350 mm et plus).



Figure VI.7 : Robinet à papillon bride

VI.2.1.3 Les vannes d'altitude :

Elles sont placées à l'entrée d'un réservoir élevé, lorsque dans ce réservoir l'eau atteint son niveau maximum. La vanne se ferme sous l'effet de la pression de l'eau et, on évite que le réservoir ne déborde.

VI.2.1.4 Les robinets de décharge :

Ils sont des dispositifs installés aux points bas pour permettre la vidange des conduites. Cette évacuation se fait vers l'égout voisin ou dans un fossé en bord de route (hors des zones urbaines). Ces robinets doivent être placés à l'intérieur d'un regard et rester facilement accessibles.

VI.2.2 Les clapets :

Ils sont conçus pour permettre l'écoulement dans une seule direction. Ils sont couramment utilisés dans les stations de pompage, où ils sont souvent installés juste après les pompes, entre celles-ci et les vannes de sectionnement. On les retrouve également sur les conduites de distribution.

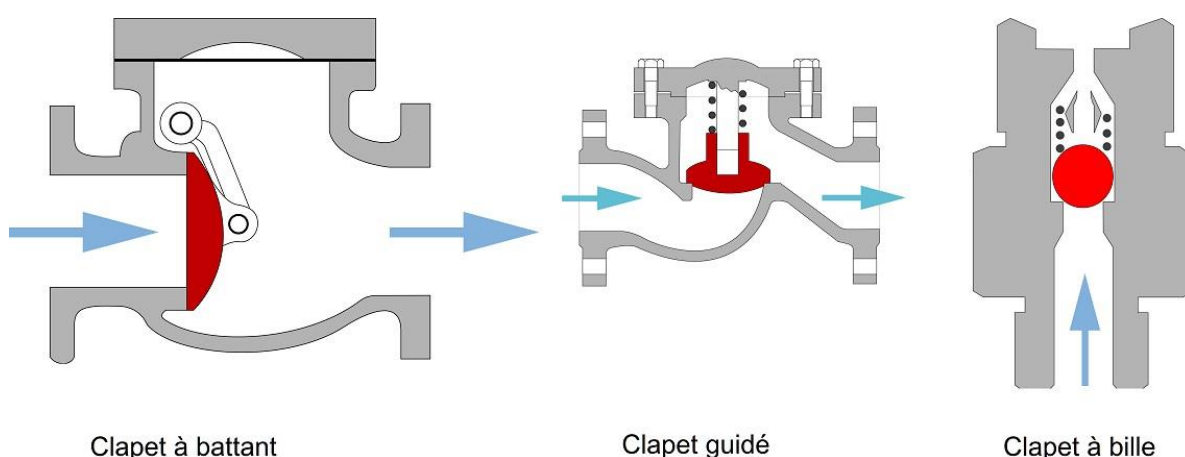


Figure VI.8: Les types de clapet

VI.2.3 Les ventouses :

Les ventouses, installées aux points hauts, évacuent l'air accumulé par dégazage de l'oxygène dissous. Placées dans des regards visitables, leur bon fonctionnement doit être vérifié régulièrement. Les ventouses automatiques éliminent non seulement les poches d'air en fonctionnement normal, mais permettent aussi l'évacuation de l'air lors de la mise en eau et l'admission d'air lors de la vidange, évitant ainsi la dépression de la canalisation.



Figure VI.9: Ventouse

VI.2.4 Les régulateurs de pression :

Les régulateurs de pression sont des dispositifs de vannage qui maintiennent la pression aval à une valeur constante, indépendamment du débit et de la pression amont, en introduisant une perte de charge variable. Le réglage du clapet se fait via un piston ou une membrane qui compense l'effet d'un ressort ou d'un contrepoids, sous l'influence de la pression aval.

Les régulateurs de pression aval sont utilisés pour limiter la pression dans les canalisations en pente, ce qui réduit les exigences mécaniques des conduites. En revanche, les régulateurs de pression amont, qui fonctionnent de manière similaire mais sont réglés par la pression amont, sont utilisés pour maintenir une pression adéquate dans les conduites gravitaires.

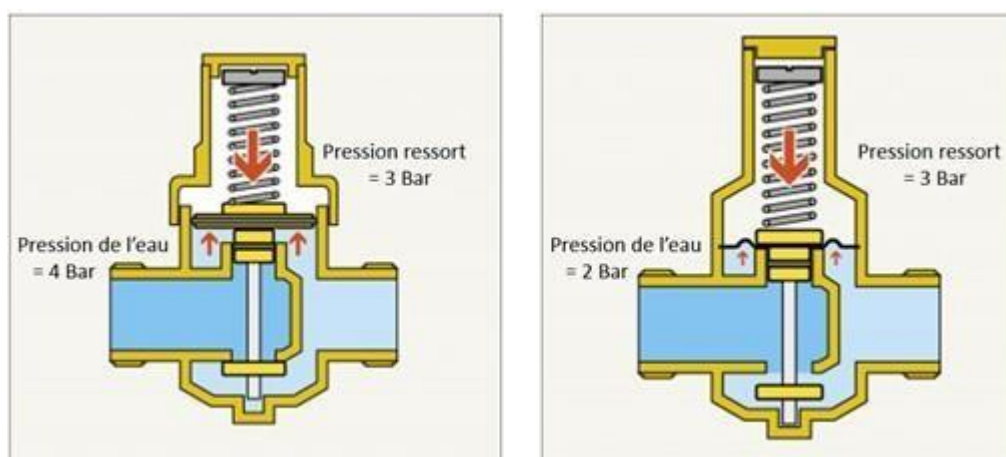


Figure VI.10 : Régulateur de pression

VI.3 Pièces spéciales de raccordements ^[3] :

Les pièces spéciales ont pour but de dévier une partie du flux, d'introduire un débit supplémentaire, de modifier le diamètre de la conduite et de changer la direction de la conduite.

VI.3.1 Les cônes :

Les cônes servent à relier des conduites de diamètres différents et à connecter des accessoires aux conduites. On les trouve aussi à l'entrée et à la sortie des pompes.

On distingue :

- Des cônes à deux emboitements.
- Des cônes à emboitement et bride.



Figure VI.11 : Cône

VI.3.2 Les coudes :

Les coudes sont des composants conçus pour modifier la direction des conduites et sont fixés à l'aide de massifs de butée correctement dimensionnés.

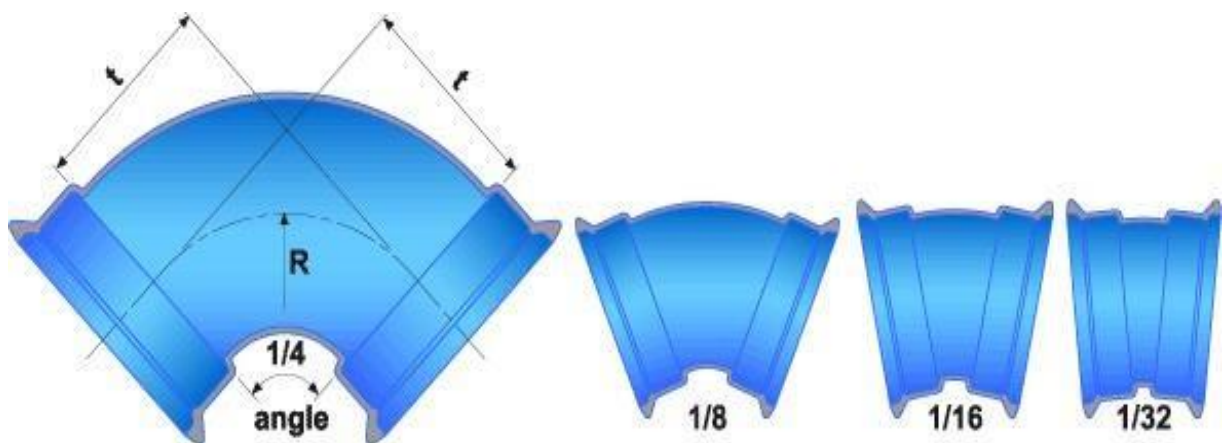


Figure VI. 12 : Les coudes

VI.3.3 Les téés :

Ils sont utilisés pour prélever un débit d'une canalisation ou ajouter un débit complémentaire.



Figure VI. 13 : Tés

VI.3.4 Les croix de jonction :

Elles sont utilisées pour croiser des canalisations perpendiculaires, et les manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents.



Figure VI. 14 : Croix de jonction

VI.3.5 Les manchons :

Les manchons sont des composants utilisés pour connecter ou raccorder deux conduites et facilitent souvent l'assemblage ou le remplacement des sections de conduite.



Figure VI. 15 : Les manchons

Conclusion :

Pour conclure ce chapitre, nous avons analysé les différentes méthodes de pose des canalisations en fonction des caractéristiques du sol et des obstacles rencontrés dans notre projet. Ces choix techniques sont essentiels pour garantir la durabilité et la fiabilité du réseau. De plus, l'installation judicieuse d'accessoires tels que les vannes, les ventouses et les raccords, s'avère tout aussi primordiale. Chaque composant contribue au bon fonctionnement du réseau, en assurant une gestion optimale de la pression, un contrôle efficace des flux d'eau, ainsi que la maintenance et la sécurité du système.

Chapitre VII

Management et Organisation du chantier.

Introduction :

Pour garantir l'exécution optimale de notre projet, il est essentiel de planifier l'organisation du chantier afin de définir et coordonner efficacement les tâches nécessaires à la réalisation des travaux dans les délais les plus courts.

VII.1 Les différents travaux de mises en place des canalisations :

VII.1.1 Travaux concernant un réseau d'alimentation en eau potable :

➤ **Découpage de la terre végétale :**

Avant de commencer l'excavation proprement dite, il est nécessaire de découper la couche supérieure de terre végétale à l'aide d'un bulldozer.

➤ **Exécution des tranchées :**

Cette étape consiste à réaliser l'excavation des tranchées à l'aide d'une pelle hydraulique. Les matériaux excavés seront déposés à côté de la tranchée, tandis que l'autre côté sera réservé pour l'installation des conduites.

➤ **Pose du lit de sable :**

Après avoir creusé les tranchées, un lit de sable est installé au fond. Ce lit, d'une épaisseur minimale de 10 cm, sert à créer une base stable et à faciliter le drainage autour des conduites.

➤ **Pose des conduites :**

Une fois le lit de sable en place, on installe les conduites dans la tranchée. Il est important de vérifier régulièrement leur alignement pour s'assurer qu'elles sont correctement positionnées.

➤ **Remblayage des tranchées :**

Après avoir installé les conduites, on remplit les tranchées avec la terre excavée. Cela permet de couvrir les conduites et de restaurer la surface du sol.

➤ **Nivellement et compactage :**

Après avoir remblayé les tranchées, on aplanit la surface pour éliminer les irrégularités. Ensuite, on compacte le sol pour le rendre plus stable et éviter les affaissements futurs.

VII.1.2 Travaux concernant les réservoirs :

Les différentes tâches à effectuer pour la construction d'un réservoir sont les suivantes.

- Excavation.
- Pose du tout-venant.
- Coulage du béton de propreté.
- Coulage du béton du radier.
- Coulage du béton du voile et des poteaux de la chambre de manœuvre.
- Coulage du béton de la coupole, de la dalle et de la chambre des manœuvres.
- Maçonnerie de la chambre des manœuvres.

VII.2 Calcul des volumes de travaux de pose de canalisation :

VII.2.1 Volume de découpage de la terre végétale :

Le volume de la couche à découper est :

$$V_c = B \times L \times e \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

- **V_c** : Volume du découpage de la terre végétale pour chaque diamètre (m³) ;
- **e** : épaisseur de la couche (e=0.2m).
- **L** : Longueur de tranché de chaque diamètre (m).
- **B** : largeur de la tranchée(m)
 - **Largeur de la tranchée :**

Le volume de la couche à découper sera déterminé en considérant le diamètre de la conduite, tenant en compte un espace supplémentaire de 0,30 m de chaque côté pour faciliter l'exécution des travaux.

$$B_{tr} = D_{ext} + (0.3 \times 2)$$

Avec :

- **B_{tr}** : largeur de la tranchée (m) ;
- **D_{ext}** : diamètre de la conduite (m) ;

On résume le calcul du volume du découpage de la terre végétale dans le tableau VII.1

Tableau VII.1: Calcul du volume du découpage de la terre végétale

DN (mm)	Dint (mm)	Longueur(m)	B _{Tr} (m)	e(m)	V _c (m ³)
63	55,4	4577	0,663	0,2	606,9102
75	66	1093	0,675	0,2	147,555
90	79,2	1802	0,69	0,2	248,676
110	96,8	5436	0,71	0,2	771,912
125	110,2	2957	0,725	0,2	428,765
160	141	1349	0,76	0,2	205,048
200	176,2	1225	0,8	0,2	196
250	220,4	284	0,85	0,2	48,28
400	312,8	2734	0,955	0,2	522,194

D'après ce tableau, le volume de découpage de la terre végétale total est :

$$V_c = 3175,3402 \text{ m}^3.$$

VII.2.2 Volume de déblai :

Le volume de déblai est calculé par la relation suivante :

$$V_D = S_D * L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

- V_D : Volume du déblai pour chaque diamètre (m³) ;
- S_D : Section du déblai pour chaque diamètre (m²) ;
- L : Longueur de tranché de caque diamètre (m).

- **La section du déblai**

$$S_D = B_{tr} * H_{tr} \quad (m^3)$$

Avec :

- S_D : Section verticale du déblai, en (m²) ;
- B_{tr} : Largeur de la tranchée pour chaque diamètre (m) ;
- H_{tr} : Profondeur de la tranchée pour chaque diamètre (m).
 - **Profondeur de la trachée :**

$$H_{tr} = D_{ext} + H + e_s$$

Avec :

- H_{tr} : la profondeur de la tranchée (m) ;
- e_s : épaisseur de lit de la pose [10 à 30cm] on prend $e_s = 0.2m$;
- H : distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de La conduite [80 à 120cm]. On prend $H = 1m$;
- D_{ext} : diamètre de la conduite (m)

Donc : $H_{tr} = 0,2 + D + 1.0 = D_{ext} + 1$

On résume le calcul du volume du déblai dans le tableau VII.2 :

Tableau VII. 2: Calcul du volume du déblai

DN (mm)	Longueur(m)	Btr (m)	Htr (m)	S _d (m ²)	V _d (m ³)
63	4577	0,663	1,263	0,837369	606,9102
75	1093	0,675	1,275	0,860625	147,555
90	1802	0,69	1,29	0,8901	248,676
110	5436	0,71	1,31	0,9301	771,912
125	2957	0,725	1,325	0,960625	428,765
160	1349	0,76	1,36	1,0336	205,048
200	1225	0,8	1,4	1,12	196
250	284	0,85	1,45	1,2325	48,28
400	2734	0,955	1,555	1,485025	522,194

D'après ce tableau, le volume total du déblai à excaver est de :

$$Vd = 21450,26771m^3$$

VII.2.3 Volume du lit de sable

Le volume de lit de sable est calculé par :

$$V_s = B_{tr} * e_s * L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

- **B** : largeur de la tranchée (m) ;
- **e_s**: épaisseur du lit de sable, e = 0.2m ;
- **L** : longueur de la tranchée (m) ;

On résume le calcul dans le tableau VII.3

Tableau VII. 3 : Calcul du volume du lit de sable

DN (mm)	Longueur(m)	B _{tr} (m)	e _s (m)	V _s (m ³)
63	4577	0,663	0,2	606,9102
75	1093	0,675	0,2	147,555
90	1802	0,69	0,2	248,676
110	5436	0,71	0,2	771,912
125	2957	0,725	0,2	428,765
160	1349	0,76	0,2	205,048
200	1225	0,8	0,2	196
250	284	0,85	0,2	48,28
400	2734	0,955	0,2	522,194

D'après ce tableau, le volume du lit de sable total est :

$$V_s = 3175,3402 \text{ m}^3.$$

VII.2.4 Volume de la conduite :

Le volume de la conduite est calculé par la relation suivante :

$$V_c = S_c * L$$

Avec :

- S_c : section de la conduite ($S_c = \frac{\pi * D^2}{4}$) (m²).
- D : diamètre de la conduite (m).
- V_c : volume de la conduite (m³)

On résume le calcul dans le tableau VII.4

Tableau VII. 4: Volume de la conduite

DN (mm)	Longueur (m)	Sc (m ²)	Vc (m ³)
63	4577	0,00311567	14,2603987
75	1093	0,00441563	4,82627813
90	1802	0,0063585	11,458017
110	5436	0,0094985	51,633846
125	2957	0,01226563	36,2694531
160	1349	0,020096	27,109504
200	1225	0,0314	38,465
250	284	0,0490625	13,93375
400	2734	0,09892963	270,473595

D'après ce tableau, le volume du lit de sable total est :

$$V_{\text{conduite}} = 468,4298417 \text{ m}^3.$$

VII.2.5 Volume de remblai compacté :

Le volume de remblai compacté est calculé par la relation suivante :

$$V_r = V_d - (V_s + V_c) \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

- **V_d** : volume du déblai (m³) ;
- **V_s** : volume du lit de sable (m³) ;
- **V_c** : volume de conduite (m³).

Tableau VII. 5 : Volume du remblai

DN (mm)	Longueur(m)	Vd (m ³)	Vs (m ³)	V _{conduite} (m ³)	Vr (m ³)
63	4577	3832,63791	606,9102	14,2603987	3211,46731
75	1093	940,663125	147,555	4,82627813	788,281847
90	1802	1603,9602	248,676	11,458017	1343,82618
110	5436	5056,0236	771,912	51,633846	4232,47775
125	2957	2840,56813	428,765	36,2694531	2375,53367
160	1349	1394,3264	205,048	27,109504	1162,1689
200	1225	1372	196	38,465	1137,535
250	284	350,03	48,28	13,93375	287,81625
400	2734	4060,05835	522,194	270,473595	3267,39076

D'après ce tableau, le volume du remblai total est : $V_r = 17806,49767 \text{ m}^3.$

VII.3 Devis quantitatif et estimatif réseau de distribution :

Le tableau ci-dessous présente les montants totaux associés aux différents volumes de travaux de terrassement :

Tableau VII. 6: Devis quantitatif et estimatif de l'exécution

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Pose de canalisation				
Terrassement				
Décapage terre végétal	M ³	3175,3402	150,00	476 301,03
Déblais	M ³	21 450,27	300,00	6 435 081,00
Lit de sable	M ³	3 175,34	1 200,00	3 810 408,00
Remblais	M ³	17806,4977	400,00	7 122 599,08
Conduites				
Fourniture et pose des canalisations PN10-63mm	ML	4577	500,00	2 288 500,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-75mm	ML	1093	620,00	677 660,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-90mm	ML	1802	995,00	1 792 990,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-110mm	ML	5436	1 205,00	6 550 380,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-125mm	ML	2957	1 835,00	5 426 095,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-160mm	ML	1349	2 750,00	3 709 750,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-200mm	ML	1225	4 100,00	5 022 500,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-250mm	ML	284	6 050,00	1 718 200,00
Fourniture et pose des canalisations PN10-400mm	ML	2734	15 200,00	41 556 800,00
Accessoires				
Vanne de sectionnement de différent diamètre	u	25	65 000,00	1 625 000,00
Bouche d'incendie	u	1	150 000,00	150 000,00
Vanne de vidange de différent diamètre	u	5	50 000,00	250 000,00
Ventouse de différent diamètre	u	4	90 000,00	360 000,00
Total hors taxe DA				88 972 264,11
TVA (19%) DA				16 904 730,18
Le cout total en TTC d DA				105 876 994,29

VII.4 Calcul des volumes des travaux de réservoir R 500 :

Le réservoir projeté d'une capacité de 500 m³ a un diamètre intérieur de 13m et une hauteur de 4 m.

- La profondeur d'excavation est de 2 m ;
- Le diamètre d'excavation doit être supérieur à celui du réservoir de 2 m (1m de part et d'autre) ;
- L'épaisseur du lit de tout venant est de : 0,3 m ;
- L'épaisseur du béton de propreté est de : 0,15 m ;
- L'épaisseur du radier du réservoir est de : 0,45 m ;
- L'épaisseur du voile du réservoir est de : 0,25 m ;
- La ceinture supérieure est de section rectangulaire 0,45*0,35 m² ;
- L'épaisseur de la coupole est de 0,1 m ;
- L'acrotère à 0,3 m de hauteur et 0,08 m d'épaisseur ;
- La chambre de manœuvre aura les dimensions suivantes :
- La longueur est de 8 m ;
- La largeur est de 6 m ;
- La hauteur est de 4 m ;
- Les murs enterrés sont en béton armé de 0,25 m d'épaisseur sur une profondeur de 2m ;
- La dalle de à 0,15 m d'épaisseur repose sur 6 poteaux est 3 ceintures ;
- Les poteaux sont de forme carrée (0,3*0,3 m²) et les ceintures de forme rectangulaire (0,3*0,45 m²).

VII.4.1 Volume du décapage :

$$V_{dec} = \left(\frac{\pi * D_{exc}^2}{4} + l_{exc} * l_{exc} \right) * e_{dec}$$

Avec :

- V_{dec} : volume total des décapages (m³) ;
- D : diamètre d'excavation (m), D_{exc} = D_{ext} + 2 ;
- D_{ext} : diamètre extérieur du radier du réservoir (m),
- L_{exc} : longueur d'excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- l_{exc} : largeur d'excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- e_{dec}: épaisseur de décapage (m), e = 0.2 m

Tableau VII. 7: Volume de décapage de réservoir projeté

	D int (m)	Dext (m)	Dexc (m)	Lexc (m)	lexc (m)	e_{dec}	Vdec (m³)
Réservoir projeté	13	14	16	8	6	0.2	49,81

VII.4.2 Volume total des déblais

C'est la somme des volumes des déblais des réservoirs et de leurs chambres de manœuvre.

$$V_{dec} = \left(\frac{\pi * D_{exc}^2}{4} + l_{exc} * l_{exc} \right) * h_{exc}$$

Avec :

- Vd : volume total des déblais (m³) ;
- Dexc : diamètre d'excavation (m), Dexc = Dext + 2 ;
- Dext : diamètre extérieur du radier du réservoir (m) ;
- Lexc : longueur d'excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- Lexc : largeur d'excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- hexc : profondeur d'excavation (m) .hexc=2m

Tableau VII. 8 : Volume de déblai de réservoir projeté

	Dexc (m)	Lexc (m)	lexc (m)	h_{exc} (m)	Vd (m³)
Réservoir projeté	16	8	6	2	498,12

VII.4.3 Volume de tout venant :

La formule suivante permettra de déterminer le volume du tout-venant :

$$V_{tv} = \frac{\pi * D_{exc}^2}{4} * h_{tv}$$

Avec :

- **V_{tv}**: volume du tout-venant (m³) ;
- **h_{tv}**: épaisseur de la couche du tout-venant (m), **h_{tv}** = 0,3 m ;
- **D_{exc}**: diamètre d'excavation (m),

Tableau VII. 9 : Volume de tout venant de réservoir projeté

	Dexc(m)	h_{tv}(m)	V_{tv} (m³)
Réservoir projeté	16	0.3	60,32

VII.4.4 Volume de béton de propreté

Le volume du béton de propreté est calculé par la formule suivante

$$V_{bp} = \frac{\pi * D_{bp}^2}{4} * e_{bp}$$

Avec :

- V_{bp} : volume du béton de propreté (m³) ;
- D_{bp} : diamètre de la couche du béton de propreté (m), $D_{bp} = D_{ext} + 1$;
- e_{bp} : épaisseur de la couche du béton de propreté (m), $e_{bp} = 0,15$ m ;

Tableau VII. 10: Volume de béton de propreté de réservoir projeté

	Dext (m)	D _{bp} (m)	e _{bp} (m)	V _{bp} (m ³)
Réservoir projeté	14	15	0.15	26,50

VII.4.5 Volume du béton armé

Les éléments de réservoir dont le béton armé est le matériau de construction sont :

- Radier de réservoir ;
- Voile de réservoir ;
- Voile de la chambre de manœuvre
- Ceintures supérieures de réservoir ;
- Coupole de réservoir ;
- Poteaux de la chambre de manœuvre ;
- Ceintures de la chambre de manœuvre ;
- Chape de la chambre de manœuvre ;
- Dalle de la chambre de manœuvre ;
- Maçonnerie de la chambre de manœuvre.

Les éléments du réservoir, ayant des formes circulaires, sont estimés moyennant la formule :

$$V_{ba} = \frac{\pi * (D_{ext}^2 - D_{int}^2)}{4} * H$$

Avec :

- D_{ext} : diamètre extérieur de l'élément du réservoir (m) ;
- D_{int} : diamètre intérieur de l'élément du réservoir (m) ;
- H : hauteur de l'élément du réservoir (m) ;

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau VIII.

Tableau VII. 11 : calcul du volume de béton armé du réservoir

Eléments	Dext(m)	Dint(m)	H(m)	Vba
Radier	14		0,45	69,27
Voiles	13,4	13	3	24,88
Ceintures supérieures	13,4	13	0,5	4,14
Acrotères	13,4	13	0,3	2,49
			TOTAL	100,78

• **Coupoles :**

On calcule le rayon de la coupole en utilisant la formule suivante :

$$R_{moy} = \frac{f^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}{2 * f}$$

Avec :

- R : rayon de la coupole (m) ;
- D : diamètre du réservoir (m), D = 10 m ;
- f : flèche de la coupole (m), f = 1,5 m ;

Et de volume :

$$V_c = 2 * R * \pi * f * e_c$$

Avec :

- V_c : volume du béton armé de la coupole (m³) ;
- e_c : épaisseur de la coupole (m), e_c = 0,15 m.

Tableau VII. 12: calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir

	D(m)	R _{moy} (m)	V _c (m ³)
Réservoir projeté	13	14,83	20,96

Le volume total du béton armé de réservoir est tel que 100,78+ 20,96 soit 121,74 m³, que l'on majore à **122 m³**.

VII.4.6 Volume du remblai compacté

Le volume du remblai compacté est égal au vide restant, après coulage du béton armé des voiles, entre ces derniers et les limites d'excavation

$$V_{\text{remblai}} = \frac{\pi * (D_{\text{exc}}^2 - D_{\text{ext}}^2)}{4} * h_{\text{exc}}$$

Avec :

- V_{remblai} : Volume du remblai compacté en (m³).
- D_{ext} : Diamètre extérieur du réservoir en m.
- h_{exc} : Profondeur d'excavation en m
- D_{exc} : diamètre d'excavation (m),

Tableau VII. 13 : calcul du volume du remblai compacté

	$D_{\text{int}}(\text{m})$	$D_{\text{ext}}(\text{m})$	$D_{\text{exc}}(\text{m})$	$h_{\text{exc}}(\text{m})$	$V_{\text{rem}}(\text{m})$
Réservoir projeté	13	14	16	2	94,25

VII.4.7 Devis estimatif des travaux de réservoir :

Tableau VII. 14 : Devis estimatif des travaux des réservoirs

Désignation des travaux	unité	Quantité (m ³)	Prix(DA)	Montant(DA)
Décapage	M ³	49,81	1 000,00	49 810,00
Volume déblai	M	498,12	300,00	149 436,00
Volume tout venant	M	60,32	1 200,00	72 384,00
Volume béton de propreté	M	26,50	10 000,00	265 000,00
Volume béton armé	M	122	90 000,00	10 980 000,00
Volume de remblai	M	94,25	600,00	56 550,00
			Total	11 573 180,00

Tableau VII. 15: Récapitulatif du devis estimatif du projet

Désignation des travaux	Total hors taxe DA	TVA (19%) DA	Le cout total DA
Pose de canalisation	88 972 264,11	16 904 730,18	105 876 994,29
Réservoir	11 573 180,00	2 198 904,20	13 772 084,20
MONTANT GLOBAL TTC			119 649 078,49

Le coût total du projet est estimé à «Cent dix-neuf millions six cent quarante-neuf mille soixante-dix-huit dinars et quarante-neuf centimes. ».

VII.5 Planification des travaux :

Avant de commencer les travaux sur un chantier, il est essentiel d'élaborer une planification préliminaire qui consiste en une analyse théorique. Cette analyse vise à optimiser l'utilisation des ressources, tant humaines que matérielles. L'objectif principal est de s'assurer que tous les travaux soient exécutés efficacement, en respectant une séquence des opérations bien planifiée, sans aucun retard, tout en maximisant la rentabilité et en définissant précisément les tâches et leurs délais.

VII.5.1 Les différentes tâches de réalisation :

VII.5.1.1 Les principales opérations pour le réseau de distribution :

Les tâches nécessaires à la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que leurs durées d'exécution, sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII. 16: Les opérations principales à réaliser et leurs durées

Notation	Opération	Durée (J)
A	Décapage de la couche de goudron	15
B	Exécution des tranchées du réseau	30
C	Pose du lit de sable	21
D	Pose des conduites	19
E	Montage et raccordement des conduites	10
F	Essais d'étanchéités	12
G	Remblayage des tranchées	10
H	Nivellement et compactage	14

VII.5.1.2 Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM) :

Le chemin critique (Critical Path Method, CPM) est une méthode de gestion de projet qui permet de déterminer les tâches cruciales pour l'achèvement d'un projet. En utilisant des nœuds et des flèches pour représenter les tâches et leur enchaînement temporel, le chemin critique identifie la séquence la plus longue d'activités qui doit être complétée à temps pour que le projet soit terminé dans les délais impartis.

- **Détermination du chemin critique :**

Les paramètres indispensables dans l'exécution de la méthode CPM sont :

TR : temps de réalisation ;

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DCPP : date de commencement au plus tard ;

DFP : date de finition au plus tôt ;

DFPP : date de finition au plus tard ;

MT : marge totale ;

$$\mathbf{DFP = DCP + TR}$$

$$\mathbf{DCPP = DFPP - TR}$$

• **Chemin critique :**

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (MT=0).

Les opérations précédentes et suivantes pour chaque étape de réalisation du réseau sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau VII. 17: Les opérations des travaux (précède, succède)

Operations	Précède	Succède
A	/	B
B	A	C
C	B	D, E
D	C	F
E	C	F
F	D, E	G
G	F	H
H	G	/

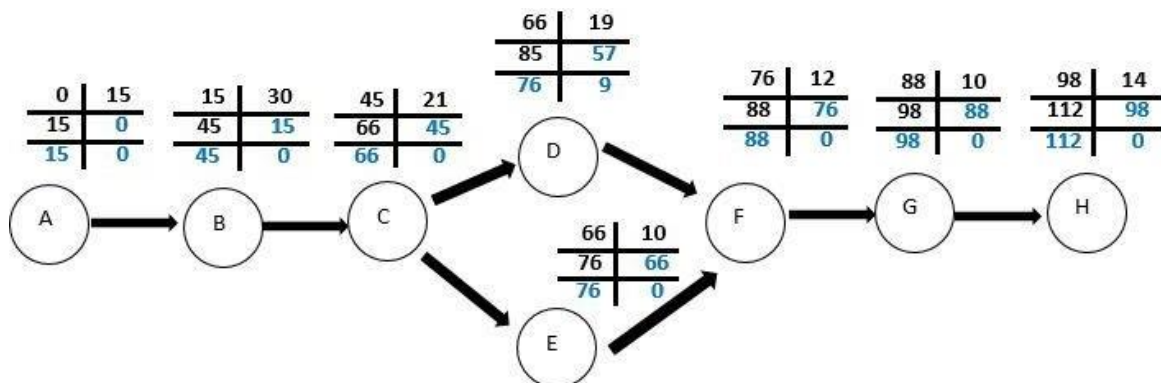


Figure VII. 1: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution

Chemin critique  **(A-B-C-E-F-G-H)**

La durée totale pour la réalisation du réseau d'AEP est DTR = 98 jours.

VII.5.1.3 Les principales opérations pour le réservoir :

Le tableau suivant présente les opérations précédant et suivant chaque étape de mise en place du réservoir :

Tableau VII. 18: Les opérations principales à réaliser et leurs durées.

Notation	Opération	Durée (J)
A	Décapage	1
B	Excavation	2
C	Pose de tout venant	3
D	Coulage du béton de propreté	2
E	Coulage du béton armé de radier	20
F	Coulage béton armé de la voile du réservoir	15
G	Coulage béton armé de la ceinture supérieure du réservoir	10
H	Coulage béton armé de la coupole	25
I	Remblayage et compactage	3
J	Maçonnerie et finition générale	10
K	nettoyage	3

- **Chemin critique :**

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations possédant la marge nulle (MT=0), ainsi la somme de TR=DTP ;

Tableau VII.20 : Les opérations des travaux (précède, succède)

Tableau VII. 19: Les opérations des travaux (précède, succède)

Operations	Précède	Succède
A	/	B
B	A	C
C	B	D
D	C	E
E	D	F
F	E	G
G	F	H
H	G	I, J
I	H	K
J	H	K
K	I, J	/

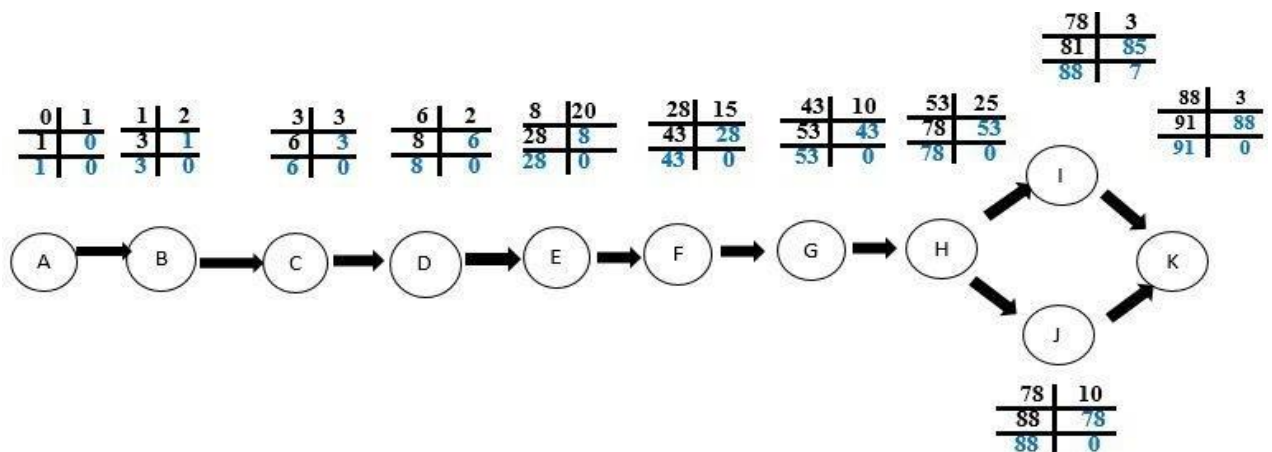


Figure VII. 2: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réservoir

Chemin critique  (A-B-C-D-E-F-G-H-J-K)

La durée totale pour la réalisation du réservoir est DTR = 88 jours

VII.6 Les engins utilisés ^[4] :

Les chantiers utilisent le matériel classique des travaux publics. L'emploi de gros engins mécaniques a significativement diminué le coût et le temps des terrassements, réduisant ainsi leur impact sur la construction des chantiers.

Les engins que nous allons utiliser sont :

- **Le Bulldozer ou Bouteur :**

Le bulldozer est un engin d'excavation et de refoulement, composé d'un tracteur sur chenilles ou sur pneus, muni à l'avant d'une lame horizontale perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur. La lame, fixée au châssis par deux forts longerons, peut être montée et descendue grâce à des vérins hydrauliques. C'est un engin très puissant, mais il est considéré comme un moyen de transport médiocre en raison des pertes latérales de matériaux.



Figure VII. 3: Le bulldozer

- **La pelle hydraulique**

La pelle est un engin de terrassement qui travaille en station. Elle est aussi appelée pelle mécanique, ou excavateur pour chargement stationnaire. Elle fonctionne grâce à un système hydraulique qui permet d'actionner ses composants mobiles avec précision et puissance. Les pelles sont montées en « tout hydraulique », c'est-à-dire que les mouvements de la pelle (articulations de bras, rotation, déplacement de l'ensemble) sont commandés soit par des vérins, soit par des moteurs hydrauliques. C'est pourquoi on les appelle aussi pelles hydrauliques.



Figure VII. 4 : La pelle hydraulique

▪ **La chargeuse :**

La chargeuse, un engin sur pneus ou chenilles, est utilisée pour le chargement de matériaux. Les modèles à chenilles conviennent aux terrains difficiles, tandis que les modèles sur pneus sont prisés pour leur mobilité et leur facilité de manœuvre. Équipée d'un godet basculant monté sur deux bras latéraux articulés, la chargeuse utilise un système hydraulique pour le levage et le basculement du godet. Ces engins sont largement utilisés et remplissent des fonctions similaires à celles des pelles mécaniques.



Figure VII. 5: La chargeuse

▪ **Le compacteur :**

Le compacteur est un engin lourd qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte ou plusieurs lignes de pneumatiques. Ce tassement donne au sol une plus grande compacité. Le compactage permet de réduire au minimum tout mouvement ultérieur de la surface (tassement ou gonflement), et d'obtenir une résistance plus élevée pour les fondations.

Le compactage peut se faire par vibration ou par roulage.



Figure VII. 6: Le compacteur

- **La niveleuse ou grader**

La niveleuse, ou "grader" lorsqu'elle est tractée et "motorgrader" lorsqu'elle est automotrice, est principalement utilisée pour les terrassements légers, la seconde étant la plus couramment employée. Montée sur un châssis à 4 à 6 roues, elle est équipée d'une lame mobile au centre. Polyvalente et souple, la niveleuse ne peut cependant pas réaliser des travaux aussi exigeants que le bulldozer. Aussi appelée profileur, elle est essentielle pour l'entretien des routes et convient particulièrement aux travaux de précision.



Figure VII. 7: La niveleuse

Conclusion :

Dans ce chapitre, une estimation précise des volumes de travaux a été effectuée afin de déterminer le coût total du projet, qui s'élève à **119 649 078,49 DA**. Cette évaluation prend en compte l'ensemble des coûts liés aux travaux de terrassement, ainsi qu'à l'installation des équipements hydrauliques indispensables au bon fonctionnement du système d'alimentation en eau potable proposé. La durée totale pour la réalisation du réseau d'AEP est estimée à 98 jours, tandis que celle pour la réalisation du réservoir est de 88 jours. Cette estimation détaillée permet d'appréhender l'envergure financière et temporelle du projet, tout en assurant une planification rigoureuse de sa mise en œuvre.

Conclusion générale

Dans le cadre de cette étude sur le diagnostic et la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Halouiya. Nous avons analysé en profondeur les défis actuels et futurs liés à la gestion de l'eau dans cette agglomération. Cette analyse a mis en évidence plusieurs aspects essentiels pour l'amélioration et la durabilité des infrastructures hydrauliques de la ville.

Nous avons estimé les besoins en eau de Halouiya à l'horizon 2054 avec un taux de croissance de 2 %, ce qui a révélé un déficit prévu en raison de l'insuffisance des ressources disponibles pour alimenter la zone. Nous avons également établi un diagnostic physique et hydraulique du réseau de distribution à l'aide du logiciel EPANET, ce qui a permis d'analyser les performances actuelles et futures du réseau et d'identifier les différents problèmes du réseau de distribution.

Concernant les ouvrages de stockage, nous avons calculé la capacité du réservoir en fonction des besoins estimés. Nous avons constaté que le stockage actuellement disponible est suffisant pour l'horizon actuel, mais insuffisant pour l'horizon d'étude. Pour remédier à ce problème, nous proposons la construction d'un réservoir d'une capacité de 200 m³ afin de soutenir la demande future

Dans cette étude, nous avons opté pour un diagnostic physique et hydraulique. Le diagnostic physique du réseau d'eau existant a révélé que la majorité des conduites sont en AMC et PVC, avec quelques sections en PEHD. Ces matériaux présentent des risques pour la santé publique. De plus, le réservoir de stockage existant nécessite quelques travaux d'entretien.

Les simulations réalisées pour la situation actuelle en 2024 ont révélé des déséquilibres significatifs en termes de vitesse et de pression dans le réseau de distribution. Certaines zones affichent des vitesses très faibles, inférieures à 0,3 m/s, et des pressions inférieures à 1 bar, entraînant une distribution inégale de l'eau et des risques accrus pendant les périodes de pointe et les situations d'incendie.

Nous avons conçu un nouveau réseau en remplaçant toutes les conduites par des conduites en PEHD pour garantir une répartition optimale. Cela assure une distribution équilibrée des vitesses et des pressions dans le réseau. Selon la simulation hydraulique, le nouveau réseau projeté maintient une pression adéquate pendant les périodes de forte demande et en cas d'incendie, tout en offrant une vitesse appropriée dans les tronçons, garantissant ainsi le bon fonctionnement global du réseau.

En conclusion, le projet de diagnostic et de réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Halouiya, commune de Soumaa, wilaya de Blida, est estimé à 119 649 078,49 DA , avec un délai de réalisation de 3 mois..

Références bibliographiques :

[1] **B. SALAH** (2014) « Livre des cours d'Alimentation en Eau Potable »

[2] **Dupont.** (1979). Hydraulique urbaine (Tome II). Paris

[3] **KADI, L.** Cours d'alimentation en eau potable

[4] **D.KAHLERRAS,** (2018) polycopie organisation de chantier ENSH, Soumaa2018

[5] **BONIN, J.** Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petites et moyennes Importances. Editions 1986. Paris.

[6] **LENCASTRE.A.** Hydraulique générale, édition Eyrolles 1983.Paris.

SITE :

<https://www.researchgate.net/publication/280637644>

www.topographic-map.com

<https://www.adeo.com/leroy-merlin>

ANNEXE :**Annexe II.1** : Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

HEURES	NOMBRE D'HABITANTS				
(h)	Moins de 10000	10 001 à 50 000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Annexe III.1 : Les caractéristiques des conduites.

Tuyau	Longueur (m)	Diamètres (mm)	matériaux	observation
Tuyau 1	171	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 2	264	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 3	335	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 4	1759	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 5	1095	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 6	1260	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 7	33	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 8	195	Ø100	AMC	Mauvais état
Tuyau 9	265	Ø125	AMC	Mauvais état
Tuyau 10	500	Ø150	AMC	Mauvais état
Tuyau 11	268	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 12	124	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 13	8	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 14	63	Ø150	AMC	Mauvais état
Tuyau 15	84	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 16	67	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 17	118	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 18	159	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 19	127	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 20	162	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 21	57	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 22	126	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 23	21	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 24	115	Ø63	PVC	Mauvais état
Tuyau 25	46	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 26	118	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 27	19	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 28	41	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 29	144	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 30	140	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 31	79	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 32	85	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 33	25	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 34	119	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 35	164	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 36	77	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 37	115	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 38	57	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 39	103	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 40	126	Ø110	PVC	Mauvais état

Tuyau	Longueur (m)	Diamètres (mm)	matériaux	observation
Tuyau 41	46	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 42	368	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 43	90	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 44	217	Ø57	PVC	Mauvais état
Tuyau 45	202	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 46	43	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 47	209	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 48	18	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 49	17	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 50	218	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 51	34	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 52	212	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 53	26	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 54	223	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 55	26	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 56	205	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 57	197	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 58	60	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 59	1297	Ø250	AMC	Mauvais état
Tuyau 60	633	Ø100	AMC	Mauvais état
Tuyau 61	88	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 62	151	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 63	316	Ø80	AMC	Mauvais état
Tuyau 64	190	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 65	249	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 66	120	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 67	152	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 68	43	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 69	203	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 70	99	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 71	91	Ø57	PVC	mauvais état
Tuyau 72	64	Ø57	PVC	mauvais état
Tuyau 73	321	96,8	PEHD	Bon état
Tuyau 74	117	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 75	50	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 76	49	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau 77	103	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 78	72	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 79	81	Ø63	PEHD	Bon état
Tuyau 80	34	Ø90	PEHD	Bon état

Tuyau	Longueur (m)	Diamètres (mm)	matériaux	observation
Tuyau 81	272	Ø63	PVC	Mauvais état
Tuyau 82	124	Ø125	AMC	mauvais état
Tuyau 83	156	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 84	132	Ø125	AMC	mauvais etat
Tuyau 85	215	Ø80	AMC	mauvais etat
Tuyau 86	26	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 87	169	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 88	239	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 89	15	Ø100	AMC	mauvais état
Tuyau 90	131	Ø125	AMC	mauvais état
Tuyau 91	318	Ø63	PVC	mauvais état
Tuyau 92	63	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 93	73	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 94	92	Ø57	PVC	mauvais état
Tuyau 95	144	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 96	121	Ø63	PVC	mauvais état
Tuyau 97	131	Ø63	PVC	mauvais état
Tuyau 98	504	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 99	203	Ø150	AMC	mauvais etat
Tuyau 100	73	Ø63	PVC	mauvais état
Tuyau 101	47	Ø150	AMC	mauvais etat
Tuyau 102	79	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 103	139	Ø110	PVC	mauvais état
Tuyau 104	38	Ø150	AMC	mauvais état
Tuyau 105	167	Ø150	AMC	mauvais état
Tuyau 106	65	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 107	133	Ø150	AMC	mauvais état
Tuyau 108	227	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 109	142	Ø80	AMC	mauvais état
Tuyau 110	449	Ø125	AMC	mauvais état
Tuyau 111	189	Ø125	AMC	mauvais état
Tuyau 112	1437	Ø250	AMC	mauvais état
Tuyau 113	19	Ø150	AMC	mauvais état
Tuyau 114	37	Ø90	PEHD	bon état
Tuyau 115	88	Ø90	PEHD	bon état
Tuyau 116	63	Ø90	PEHD	bon état
Tuyau 117	90	Ø110	PVC	Mauvais état
Tuyau 118	243	Ø100	AMC	Mauvais état
Tuyau 119	90	Ø90	PEHD	bon état
Tuyau 120	132	Ø150	AMC	Mauvais état
Tuyau 121	136	Ø110	PVC	Mauvais etat
Tuyau 122	80	Ø63	PVC	Mauvais état

Tableau III.6 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 1	99,78	0,23	105,3	5,52
Nœud 2	99,28	0,32	105,35	6,06
Nœud 3	99,6	0,24	105,29	5,68
Nœud 4	99,78	0,28	105,34	5,56
Nœud 5	102,66	0,03	138,43	35,75
Nœud 6	103,22	0,33	138,43	35,19
Nœud 7	103,38	0,27	138,35	34,96
Nœud 8	103,74	0,32	138,43	34,68
Nœud 9	103,97	0,25	138,37	34,39
Nœud 10	104,35	0,32	138,46	34,1
Nœud 11	104,34	0,26	138,4	34,04
Nœud 12	104,54	0,3	138,5	33,94
Nœud 13	104,92	0,32	138,55	33,61
Nœud 14	104,84	0,25	138,49	33,64
Nœud 15	105,64	0,4	138,75	33,09
Nœud 16	105,24	0,24	138,7	33,44
Nœud 17	102,62	0,26	138,43	35,79
Nœud 18	108	0,62	139,85	31,83
Nœud 19	107,67	0,11	139,84	32,15
Nœud 20	113,63	0,64	143,82	30,18
Nœud 21	113,07	0,05	143,82	30,74
Nœud 22	115,58	0,46	144,41	28,81
Nœud 23	114,83	0,33	143,99	29,15
Nœud 24	113,54	0,07	143,99	30,43
Nœud 25	114,35	0,42	143,6	29,23
Nœud 26	113,37	0,09	143,59	30,21
Nœud 27	113,35	0,46	143,14	29,78
Nœud 28	111,95	0,27	140,57	28,6
Nœud 29	111,68	0,14	140,56	28,86
Nœud 30	111,49	0,29	139,79	28,29
Nœud 31	111,25	0,1	139,79	28,52
Nœud 32	109,1	0,42	135,81	26,69
Nœud 33	109,13	0,09	135,8	26,66
Nœud 34	106,64	0,39	131,99	25,33
Nœud 35	107,07	0,17	131,97	24,89

Suite Tableau III.6 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 36	106,08	0,23	131,08	24,99
Nœud 37	105,79	0,22	130,69	24,88
Nœud 38	105,76	0,14	130,67	24,9
Nœud 39	105,14	0,22	129,78	24,63
Nœud 40	105,23	0,14	129,77	24,53
Nœud 41	104,8	0,24	129,39	24,58
Nœud 42	105,07	0,15	129,38	24,3
Nœud 43	103,92	0,41	128,4	24,47
Nœud 44	104,52	0,19	128,38	23,84
Nœud 45	102,02	0,61	126,41	24,38
Nœud 46	117,54	0,41	147,1	29,54
Nœud 47	118,31	0,14	147,09	28,76
Nœud 48	119,07	0,4	148,34	29,26
Nœud 49	121,48	0,2	151,6	30,1
Nœud 50	122,67	0,26	151,49	28,8
Nœud 51	122,09	1,21	153,1	31
Nœud 52	122,66	0,5	151,48	28,81
Nœud 53	123,77	0,15	151,49	27,7
Nœud 54	124,85	0,32	151,46	26,6
Nœud 55	129,97	2,63	164,86	34,87
Nœud 56	128,63	0,77	155,11	26,47
Nœud 57	127,81	0,59	149,84	22,02
Nœud 58	128,42	1,74	148,02	19,59
Nœud 59	151,87	2,81	141,98	-9,88
Nœud 60	122,79	0,55	149,32	26,51
Nœud 61	125,89	0,92	153,18	27,28
Nœud 62	122,47	0,17	151,48	29
Nœud 63	120,44	0,27	148,49	28,04
Nœud 64	120,46	0,93	148,5	28,03
Nœud 65	118,09	0,44	147,05	28,94
Nœud 66	119,07	0,08	147,05	27,96
Nœud 67	115,68	0,21	145,49	29,8
Nœud 68	115,63	0,48	145,4	29,75
Nœud 69	115,18	0,39	145,19	30
Nœud 70	113,9	0,09	145,19	31,27
Nœud 71	113,15	1,24	144,36	31,2
Nœud 72	105,23	0,92	131,93	26,69
Nœud 73	105,64	0,16	131,07	25,41
Nœud 74	104,92	0,14	131,92	26,99
Nœud 75	103,43	0,37	128,9	25,45

Suite Tableau III.6 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 76	103,04	0,11	128,89	25,84
Nœud 77	102,62	0,54	127,47	24,84
Nœud 78	101,79	0,38	127,3	25,5
Nœud 79	123,33	0,46	152,25	28,91
Nœud 80	123,1	0,43	152,17	29,05
Nœud 81	122,34	0,2	149,31	26,96
Nœud 82	122,24	0,47	149,3	27,05
Nœud 83	120,75	0,16	152,17	31,4
Nœud 84	119,41	0,45	146,77	27,35
Nœud 85	119,58	0,15	146,77	27,18
Nœud 86	113,37	0,32	144,1	30,72
Nœud 87	111,73	0,73	144,21	32,46
Nœud 88	98,39	0,26	105,51	7,11
Nœud 89	100,2	0,1	105,5	5,3
Nœud 90	99,44	0,09	105,61	6,17
Nœud 91	98,32	0,2	105,62	7,29
Nœud 92	99,53	0,12	105,75	6,21
Nœud 93	98,32	0,32	105,75	7,43
Nœud 94	98,13	17,52	106,22	8,08
Nœud 95	102,99	0,53	143,94	40,93
Nœud 96	98,86	2,1	137,1	38,22
Nœud 97	105,92	0,08	143,97	38,03
Nœud 98	105,98	0,45	143,97	37,97
Nœud 99	107,75	0,11	144,01	36,24
Nœud 100	107,84	0,55	144,02	36,16
Nœud 101	117,77	0,41	145,48	27,69
Nœud 102	116,9	0,05	145,48	28,56
Nœud 103	117,19	0,52	145,01	27,81
Nœud 104	115,74	0,18	145,01	29,25
Nœud 105	100,91	0,2	143,94	43,01
Nœud 106	98,73	0,33	105,37	6,64
Nœud 107	99,28	0,18	105,35	6,07
Nœud 108	120,68	0,1	151,18	30,48
Nœud 109	121,27	0,28	151,18	29,9
Nœud 110	154,84	2,47	173,74	18,89
Nœud 111	143,91	0,75	173,65	29,72
Nœud 112	108,83	0,07	139,35	30,5
Nœud 113	109,92	0,25	139,35	29,42
Nœud 114	128,34	4	141,91	13,56
Nœud 115	103,08	0,1	143,94	40,84

Annexe III.2 : Tableau III.7 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 1	171	99,4	0,2	0,03	0,011
Tuyau 2	264	80	1,77	0,35	1,988
Tuyau 3	335	80	5,85	1,16	18,221
Tuyau 4	1759	80	2,1	0,42	2,737
Tuyau 5	1095	80	-3,06	0,61	5,511
Tuyau 6	1260	80	0,25	0,05	0,055
Tuyau 7	33	80	10,65	2,12	55,349
Tuyau 8	195	100	-13,01	1,66	27,032
Tuyau 9	265	125	27,61	2,25	36,756
Tuyau 10	500	150	-35,04	1,98	23,502
Tuyau 11	268	80	0,32	0,06	0,084
Tuyau 12	124	80	0,15	0,03	0,021
Tuyau 13	8	80	0,99	0,2	0,68
Tuyau 14	63	150	-35,36	2	23,912
Tuyau 15	84	80	1,4	0,28	1,291
Tuyau 16	67	99,4	-11,21	1,44	18,587
Tuyau 17	118	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 18	159	99,4	-10,66	1,37	16,933
Tuyau 19	127	99,4	10,21	1,32	15,633
Tuyau 20	162	57	0,19	0,07	0,147
Tuyau 21	57	99,4	10,81	1,39	17,377
Tuyau 22	126	57	0,15	0,06	0,095
Tuyau 23	21	99,4	11,2	1,44	18,557
Tuyau 24	115	57	0,14	0,05	0,095
Tuyau 25	46	99,4	11,56	1,49	19,677
Tuyau 26	118	57	0,14	0,05	0,095
Tuyau 27	19	99,4	11,92	1,54	20,827
Tuyau 28	41	99,4	12,31	1,59	22,107
Tuyau 29	144	57	0,17	0,07	0,119
Tuyau 30	140	99,4	12,87	1,66	27,278
Tuyau 31	79	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 32	85	57	0,1	0,04	0,045
Tuyau 33	25	99,4	13,77	1,77	30,918
Tuyau 34	119	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 35	164	99,4	4	0,51	2,753
Tuyau 36	77	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 37	115	99,4	4,51	0,58	3,439
Tuyau 38	57	57	0,07	0,03	0,023
Tuyau 39	103	99,4	4,91	0,63	4,025
Tuyau 40	126	99,4	-5,29	0,68	4,629

Suite Tableau III.7 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 41	46	55,4	0,05	0,02	0,014
Tuyau 42	368	79,2	-4,6	0,93	10,806
Tuyau 43	90	55,4	0,11	0,05	0,07
Tuyau 44	217	55,4	0,26	0,11	0,301
Tuyau 45	202	55,4	0,24	0,1	0,26
Tuyau 46	43	79,2	-2,91	0,59	4,628
Tuyau 47	209	55,4	0,25	0,1	0,28
Tuyau 48	18	79,2	-2,34	0,47	3,09
Tuyau 49	17	79,2	-1,78	0,36	1,863
Tuyau 50	218	55,4	0,26	0,11	0,301
Tuyau 51	34	79,2	-1,2	0,24	0,897
Tuyau 52	212	55,4	0,25	0,1	0,28
Tuyau 53	26	79,2	-0,63	0,13	0,272
Tuyau 54	223	55,4	0,27	0,11	0,323
Tuyau 55	26	79,2	-0,03	0,01	0,001
Tuyau 56	205	55,4	-0,24	0,1	0,26
Tuyau 57	197	55,4	-0,23	0,1	0,24
Tuyau 58	60	55,4	-0,07	0,03	0,027
Tuyau 59	1297	250	68,5	1,4	6,757
Tuyau 60	633	100	0,75	0,1	0,137
Tuyau 61	88	80	-0,1	0,02	0,01
Tuyau 62	151	55,4	0,18	0,07	0,152
Tuyau 63	316	80	-4,19	0,83	9,831
Tuyau 64	190	99,4	0,83	0,11	0,15
Tuyau 65	249	99,4	2,02	0,26	0,778
Tuyau 66	120	99,4	-1,36	0,18	0,374
Tuyau 67	152	80	0,18	0,04	0,029
Tuyau 68	43	80	4,43	0,88	10,887
Tuyau 69	203	80	0,05	0,01	0,003
Tuyau 70	99	80	4,89	0,97	13,075
Tuyau 71	91	57	-0,11	0,04	0,053
Tuyau 72	64	57	-0,08	0,03	0,03
Tuyau 73	321	96,8	-20,19	2,74	62,926
Tuyau 74	117	79,2	-2,67	0,54	3,946
Tuyau 75	50	79,2	1,94	0,39	2,184
Tuyau 76	49	79,2	2,23	0,45	2,827
Tuyau 77	103	55,4	-0,12	0,05	0,072
Tuyau 78	72	55,4	-0,09	0,04	0,042
Tuyau 79	81	55,4	0,1	0,04	0,051
Tuyau 80	34	79,2	-0,52	0,11	0,191
Tuyau 81	272	57	-0,32	0,13	0,385

Suite Tableau III.7 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 82	124	125	0,15	0,01	0,002
Tuyau 83	156	80	5,49	1,09	16,203
Tuyau 84	132	125	0,16	0,01	0,003
Tuyau 85	215	80	-4,94	0,98	13,337
Tuyau 86	26	80	1,02	0,2	0,715
Tuyau 87	169	80	-0,2	0,04	0,035
Tuyau 88	239	80	5,39	1,07	15,675
Tuyau 89	15	100	5,53	0,7	5,543
Tuyau 90	131	125	11,38	0,93	7,115
Tuyau 91	318	57	0,38	0,15	0,529
Tuyau 92	63	99,4	10,59	1,37	16,752
Tuyau 93	73	99,4	11,51	1,48	19,545
Tuyau 94	92	57	0,11	0,04	0,053
Tuyau 95	144	99,4	11,99	1,55	21,081
Tuyau 96	121	57	0,14	0,05	0,083
Tuyau 97	131	57	-0,16	0,06	0,107
Tuyau 98	504	99,4	13,05	1,68	24,661
Tuyau 99	203	150	13,64	0,77	4,095
Tuyau 100	73	57	0,09	0,04	0,037
Tuyau 101	47	150	14,12	0,8	4,365
Tuyau 102	79	99,4	14,18	1,83	32,644
Tuyau 103	139	99,4	10,64	1,37	16,887
Tuyau 104	38	150	10,41	0,59	2,483
Tuyau 105	167	150	21,26	1,2	9,317
Tuyau 106	65	65	0,08	0,02	0,018
Tuyau 107	133	150	21,78	1,23	9,743
Tuyau 108	227	80	-0,27	0,05	0,061
Tuyau 109	142	80	0,17	0,03	0,026
Tuyau 110	449	125	1,54	0,13	0,175
Tuyau 111	189	125	13,84	1,13	10,222
Tuyau 112	1437	250	65,28	1,33	6,18
Tuyau 113	19	150	-33,76	1,91	21,947
Tuyau 114	37	79,2	1,07	0,22	0,725
Tuyau 115	88	79,2	-1,58	0,32	1,493
Tuyau 116	63	79,2	3,87	0,79	7,846
Tuyau 117	90	99,4	-3,07	0,4	1,69
Tuyau 118	243	100	3,73	0,47	2,669
Tuyau 119	90	79,2	3,55	0,72	6,687
Tuyau 120	132	150	33,38	1,89	21,492
Tuyau 121	136	99,4	-13,38	1,72	29,315
Tuyau 122	80	57	0,1	0,04	0,045

Annexe III.3 : Tableau III.9 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe.

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 1	99,78	0,42	111,97	12,18
Nœud 2	99,28	0,57	112,11	12,83
Nœud 3	99,6	0,44	111,93	12,32
Nœud 4	99,78	0,51	112,09	12,31
Nœud 5	102,66	0,06	105,05	2,39
Nœud 6	103,22	0,59	105,05	1,83
Nœud 7	103,38	0,48	104,84	1,46
Nœud 8	103,74	0,58	105,07	1,33
Nœud 9	103,97	0,45	104,9	0,92
Nœud 10	104,35	0,58	105,16	0,81
Nœud 11	104,34	0,47	104,97	0,63
Nœud 12	104,54	0,54	105,26	0,72
Nœud 13	104,92	0,58	105,42	0,5
Nœud 14	104,84	0,45	105,25	0,41
Nœud 15	105,64	0,72	106,01	0,37
Nœud 16	105,24	0,43	105,86	0,62
Nœud 17	102,62	0,46	105,07	2,45
Nœud 18	108	1,11	109,27	1,27
Nœud 19	107,67	0,19	109,26	1,59
Nœud 20	113,63	1,15	121,08	7,45
Nœud 21	113,07	0,1	121,08	8,01
Nœud 22	115,58	0,83	122,82	7,24
Nœud 23	114,83	0,59	122,73	7,9
Nœud 24	113,54	0,12	122,73	9,19
Nœud 25	114,35	0,76	122,69	8,33
Nœud 26	113,37	0,16	122,68	9,31
Nœud 27	113,35	0,82	122,68	9,33
Nœud 28	111,95	0,48	121,32	9,36
Nœud 29	111,68	0,25	121,29	9,6
Nœud 30	111,49	0,53	120,94	9,45
Nœud 31	111,25	0,18	120,93	9,68
Nœud 32	109,1	0,76	119,18	10,08
Nœud 33	109,13	0,17	119,17	10,04
Nœud 34	106,64	0,69	117,71	11,07
Nœud 35	107,07	0,31	117,66	10,59
Nœud 36	106,08	0,41	117,42	11,34
Nœud 37	105,79	0,39	117,31	11,52

Suite Tableau III.9 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 38	105,76	0,25	117,28	11,51
Nœud 39	105,14	0,39	117,09	11,95
Nœud 40	105,23	0,25	117,06	11,83
Nœud 41	104,8	0,44	117,02	12,21
Nœud 42	105,07	0,27	116,98	11,9
Nœud 43	103,92	0,74	116,86	12,93
Nœud 44	104,52	0,35	116,79	12,26
Nœud 45	102,02	1,09	116,67	14,64
Nœud 46	117,54	0,74	126,41	8,87
Nœud 47	118,31	0,25	126,39	8,07
Nœud 48	119,07	0,71	128,16	9,09
Nœud 49	121,48	0,35	132,23	10,75
Nœud 50	122,67	0,46	131,92	9,24
Nœud 51	122,09	2,16	134,23	12,13
Nœud 52	122,66	0,89	131,9	9,24
Nœud 53	123,77	0,27	131,91	8,13
Nœud 54	124,85	0,57	131,84	6,98
Nœud 55	129,97	4,71	152,76	22,78
Nœud 56	128,63	1,39	136,61	7,98
Nœud 57	127,81	1,05	125,81	-2
Nœud 58	128,42	3,13	120,43	-7,99
Nœud 59	151,87	5,03	102,67	-49,18
Nœud 60	122,79	0,98	125,99	3,2
Nœud 61	125,89	1,64	134,16	8,26
Nœud 62	122,47	0,3	131,89	9,42
Nœud 63	120,44	0,49	127,64	7,19
Nœud 64	120,46	1,67	127,68	7,22
Nœud 65	118,09	0,78	126,67	8,57
Nœud 66	119,07	0,14	126,67	7,59
Nœud 67	115,68	0,37	124,93	9,25
Nœud 68	115,63	0,43	124,81	9,18
Nœud 69	115,18	0,35	124,57	9,39
Nœud 70	113,9	0,16	124,56	10,66
Nœud 71	113,15	2,22	123,59	10,44
Nœud 72	105,23	1,64	118,17	12,93
Nœud 73	105,64	0,28	117,38	11,74
Nœud 74	104,92	0,26	118,14	13,21
Nœud 75	103,43	0,66	117,21	13,77
Nœud 76	103,04	0,2	117,19	14,15
Nœud 77	102,62	0,97	116,83	14,21

Suite Tableau III.9 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe

ID Nœud	Altitude m	Demande L/s	Cote piézométrique mce	Pression mce
Nœud 78	101,79	0,68	116,34	14,54
Nœud 79	123,33	0,82	132,5	9,16
Nœud 80	123,1	0,77	132,31	9,2
Nœud 81	122,34	0,36	125,97	3,63
Nœud 82	122,24	0,85	126,07	3,83
Nœud 83	120,75	0,28	132,31	11,55
Nœud 84	119,41	0,81	124,44	5,02
Nœud 85	119,58	0,27	124,44	4,85
Nœud 86	113,37	0,58	122,83	9,46
Nœud 87	111,73	1,31	123,15	11,41
Nœud 88	98,39	0,47	112,58	14,19
Nœud 89	100,2	0,17	112,57	12,37
Nœud 90	99,44	0,15	112,9	13,45
Nœud 91	98,32	0,37	112,91	14,58
Nœud 92	99,53	0,22	113,3	13,76
Nœud 93	98,32	0,58	113,32	14,99
Nœud 94	98,13	0,94	114,69	16,55
Nœud 95	102,99	0,94	122,37	19,37
Nœud 96	98,86	3,76	88,3	-10,55
Nœud 97	105,92	0,14	122,45	16,52
Nœud 98	105,98	0,8	122,46	16,47
Nœud 99	107,75	0,19	122,57	14,82
Nœud 100	107,84	0,98	122,59	14,74
Nœud 101	117,77	0,74	123,82	6,05
Nœud 102	116,9	0,09	123,82	6,92
Nœud 103	117,19	0,94	123,67	6,48
Nœud 104	115,74	0,32	123,66	7,91
Nœud 105	100,91	0,37	122,37	21,45
Nœud 106	98,73	0,59	112,19	13,46
Nœud 107	99,28	0,32	112,13	12,84
Nœud 108	120,68	0,19	131,7	11,02
Nœud 109	121,27	0,51	131,7	10,43
Nœud 110	154,84	4,43	167,5	12,65
Nœud 111	143,91	1,35	167,24	23,32
Nœud 112	108,83	0,13	107,8	-1,03
Nœud 113	109,92	0,46	107,8	-2,12
Nœud 114	128,34	7,17	102,46	-25,87
Nœud 115	103,08	0,17	122,36	19,27

Annexe III.4 : Tableau III.10 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 1	171	99,4	0,37	0,05	0,034
Tuyau 2	264	80	-0,98	0,2	0,669
Tuyau 3	335	80	10,47	2,08	53,634
Tuyau 4	1759	80	3,76	0,75	8,048
Tuyau 5	1095	80	-5,49	1,09	16,22
Tuyau 6	1260	80	0,46	0,09	0,164
Tuyau 7	33	80	19,09	3,8	163,12
Tuyau 8	195	100	-19,16	2,44	55,377
Tuyau 9	265	125	36,28	2,96	60,947
Tuyau 10	500	150	-44,81	2,54	37,063
Tuyau 11	268	80	0,57	0,11	0,245
Tuyau 12	124	80	0,27	0,05	0,061
Tuyau 13	8	80	1,76	0,35	1,973
Tuyau 14	63	150	-41,19	2,33	31,712
Tuyau 15	84	80	2,49	0,5	3,752
Tuyau 16	67	99,4	-13,45	1,73	26,05
Tuyau 17	118	57	0,25	0,1	0,244
Tuyau 18	159	99,4	-12,46	1,61	22,61
Tuyau 19	127	99,4	2,91	0,37	1,526
Tuyau 20	162	57	0,35	0,14	0,455
Tuyau 21	57	99,4	4	0,51	2,753
Tuyau 22	126	57	0,27	0,11	0,281
Tuyau 23	21	99,4	4,71	0,61	3,726
Tuyau 24	115	57	0,25	0,1	0,277
Tuyau 25	46	99,4	5,35	0,69	4,719
Tuyau 26	118	57	0,25	0,1	0,277
Tuyau 27	19	99,4	5,99	0,77	5,819
Tuyau 28	41	99,4	6,68	0,86	7,122
Tuyau 29	144	57	0,31	0,12	0,363
Tuyau 30	140	99,4	7,68	0,99	10,48
Tuyau 31	79	57	0,17	0,07	0,119
Tuyau 32	85	57	0,18	0,07	0,133
Tuyau 33	25	99,4	9,32	1,2	15
Tuyau 34	119	57	0,25	0,1	0,244
Tuyau 35	164	99,4	0,47	0,06	0,052
Tuyau 36	77	57	0,16	0,06	0,107
Tuyau 37	115	99,4	1,39	0,18	0,388
Tuyau 38	57	57	0,12	0,05	0,063
Tuyau 39	103	99,4	2,1	0,27	0,834
Tuyau 40	126	99,4	-9,53	1,23	13,77

Suite Tableau III.10 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 41	46	55,4	0,1	0,04	0,051
Tuyau 42	368	79,2	-8,28	1,68	32,093
Tuyau 43	90	55,4	0,19	0,08	0,192
Tuyau 44	217	55,4	0,46	0,19	0,866
Tuyau 45	202	55,4	0,43	0,18	0,765
Tuyau 46	43	79,2	-5,24	1,06	13,754
Tuyau 47	209	55,4	0,45	0,19	0,832
Tuyau 48	18	79,2	-4,21	0,85	9,17
Tuyau 49	17	79,2	-3,21	0,65	5,549
Tuyau 50	218	55,4	0,47	0,19	0,902
Tuyau 51	34	79,2	-2,16	0,44	2,665
Tuyau 52	212	55,4	0,45	0,19	0,832
Tuyau 53	26	79,2	-1,13	0,23	0,803
Tuyau 54	223	55,4	0,48	0,2	0,937
Tuyau 55	26	79,2	-0,06	0,01	0,003
Tuyau 56	205	55,4	-0,44	0,18	0,798
Tuyau 57	197	55,4	-0,42	0,17	0,732
Tuyau 58	60	55,4	-0,13	0,05	0,083
Tuyau 59	1297	250	91,58	1,87	11,569
Tuyau 60	633	100	1,35	0,17	0,407
Tuyau 61	88	80	-0,19	0,04	0,032
Tuyau 62	151	55,4	0,32	0,13	0,442
Tuyau 63	316	80	-4,01	0,8	9,075
Tuyau 64	190	99,4	1,48	0,19	0,437
Tuyau 65	249	99,4	3,59	0,46	2,258
Tuyau 66	120	99,4	-2,42	0,31	1,088
Tuyau 67	152	80	0,32	0,06	0,084
Tuyau 68	43	80	2,43	0,48	3,586
Tuyau 69	203	80	0,09	0,02	0,008
Tuyau 70	99	80	3,26	0,65	6,18
Tuyau 71	91	57	-0,19	0,07	0,147
Tuyau 72	64	57	-0,14	0,05	0,083
Tuyau 73	321	96,8	-5,75	0,78	6,146
Tuyau 74	117	79,2	-4,81	0,98	11,737
Tuyau 75	50	79,2	3,49	0,71	6,479
Tuyau 76	49	79,2	4,01	0,81	8,38
Tuyau 77	103	55,4	-0,22	0,09	0,221
Tuyau 78	72	55,4	-0,15	0,06	0,109
Tuyau 79	81	55,4	0,17	0,07	0,137
Tuyau 80	34	79,2	-0,95	0,19	0,582

Suite Tableau III.10 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 81	272	57	-0,58	0,23	1,159
Tuyau 82	124	125	0,27	0,02	0,007
Tuyau 83	156	80	4,34	0,86	10,498
Tuyau 84	132	125	0,28	0,02	0,007
Tuyau 85	215	80	-7,51	1,49	28,997
Tuyau 86	26	80	-2,32	0,46	3,296
Tuyau 87	169	80	-0,36	0,07	0,104
Tuyau 88	239	80	6,17	1,23	20,152
Tuyau 89	15	100	8,56	1,09	12,46
Tuyau 90	131	125	15,55	1,27	12,695
Tuyau 91	318	57	0,68	0,27	1,555
Tuyau 92	63	99,4	3,93	0,51	2,675
Tuyau 93	73	99,4	5,58	0,72	5,117
Tuyau 94	92	57	0,2	0,08	0,161
Tuyau 95	144	99,4	6,44	0,83	6,672
Tuyau 96	121	57	0,26	0,1	0,262
Tuyau 97	131	57	-0,28	0,11	0,301
Tuyau 98	504	99,4	8,34	1,08	10,766
Tuyau 99	203	150	14,87	0,84	4,809
Tuyau 100	73	57	0,16	0,06	0,107
Tuyau 101	47	150	15,38	0,87	5,118
Tuyau 102	79	99,4	10,05	1,29	17,25
Tuyau 103	139	99,4	10,4	1,34	16,186
Tuyau 104	38	150	11,8	0,67	3,133
Tuyau 105	167	150	22,57	1,28	10,41
Tuyau 106	65	65	0,14	0,04	0,05
Tuyau 107	133	150	23,49	1,33	11,21
Tuyau 108	227	80	-0,49	0,1	0,185
Tuyau 109	142	80	0,3	0,06	0,074
Tuyau 110	449	125	-1,46	0,12	0,158
Tuyau 111	189	125	15,74	1,28	12,972
Tuyau 112	1437	250	85,8	1,75	10,253
Tuyau 113	19	150	-38,35	2,17	27,781
Tuyau 114	37	79,2	1,94	0,39	2,184
Tuyau 115	88	79,2	-2,85	0,58	4,452
Tuyau 116	63	79,2	6,98	1,42	23,391
Tuyau 117	90	99,4	-5,48	0,71	4,942
Tuyau 118	243	100	1,17	0,15	0,312
Tuyau 119	90	79,2	6,39	1,3	19,861
Tuyau 120	132	150	37,65	2,13	26,85
Tuyau 121	136	99,4	-8,61	1,11	12,952
Tuyau 122	80	57	0,17	0,07	0,119

Annexe III.5 : Tableau III.11 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.

ID Nœud	Altitude m	Demande L/s	Cote piézométrique mce	Pression mce
Nœud 1	99,78	0,42	41,13	-58,62
Nœud 2	99,28	0,57	41,27	-57,98
Nœud 3	99,6	0,44	41,09	-58,48
Nœud 4	99,78	0,51	41,25	-58,5
Nœud 5	102,66	0,06	78,25	-24,39
Nœud 6	103,22	0,59	78,25	-24,95
Nœud 7	103,38	0,48	78,05	-25,32
Nœud 8	103,74	0,58	78,28	-25,45
Nœud 9	103,97	0,45	78,1	-25,86
Nœud 10	104,35	0,58	78,37	-25,97
Nœud 11	104,34	0,47	78,17	-26,16
Nœud 12	104,54	0,54	78,46	-26,07
Nœud 13	104,92	0,58	78,63	-26,28
Nœud 14	104,84	0,45	78,45	-26,37
Nœud 15	105,64	0,72	79,22	-26,41
Nœud 16	105,24	0,43	79,06	-26,16
Nœud 17	102,62	0,46	78,27	-24,33
Nœud 18	108	1,11	82,48	-25,51
Nœud 19	107,67	0,19	82,46	-25,2
Nœud 20	113,63	1,15	94,29	-19,33
Nœud 21	113,07	0,1	94,29	-18,77
Nœud 22	115,58	0,83	96,02	-19,55
Nœud 23	114,83	0,59	95,44	-19,38
Nœud 24	113,54	0,12	95,44	-18,09
Nœud 25	114,35	0,76	94,93	-19,41
Nœud 26	113,37	0,16	94,92	-18,44
Nœud 27	113,35	0,82	94,43	-18,91
Nœud 28	111,95	0,48	90,14	-21,8
Nœud 29	111,68	0,25	90,11	-21,56
Nœud 30	111,49	0,53	88,88	-22,6
Nœud 31	111,25	0,18	88,86	-22,37
Nœud 32	109,1	0,76	82,51	-26,57
Nœud 33	109,13	0,17	82,5	-26,61
Nœud 34	106,64	0,69	76,6	-30,02
Nœud 35	107,07	0,31	76,55	-30,5
Nœud 36	106,08	0,41	75,25	-30,82
Nœud 37	105,79	0,39	74,67	-31,1
Nœud 38	105,76	0,25	74,64	-31,1
Nœud 39	105,14	0,39	73,39	-31,74
Nœud 40	105,23	0,25	73,36	-31,86

Suite Tableau III.11 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie.

ID Nœud	Altitude m	Demande L/s	Cote piézométrique mce	Pression mce
Nœud 41	104,8	0,44	72,85	-31,93
Nœud 42	105,07	0,27	72,81	-32,24
Nœud 43	103,92	0,74	71,53	-32,37
Nœud 44	104,52	0,35	71,46	-33,04
Nœud 45	102,02	1,09	69,05	-32,95
Nœud 46	117,54	0,74	101,9	-15,63
Nœud 47	118,31	0,25	101,87	-16,43
Nœud 48	119,07	0,71	104,66	-14,4
Nœud 49	121,48	0,35	111,45	-10,02
Nœud 50	122,67	0,46	111,14	-11,53
Nœud 51	122,09	2,16	114,66	-7,43
Nœud 52	122,66	0,89	111,12	-11,53
Nœud 53	123,77	0,27	111,13	-12,63
Nœud 54	124,85	0,57	111,06	-13,79
Nœud 55	129,97	4,71	141,34	11,36
Nœud 56	128,63	1,39	118,7	-9,92
Nœud 57	127,81	1,05	105,23	-22,56
Nœud 58	128,42	3,13	99,85	-28,55
Nœud 59	151,87	5,03	82,09	-69,74
Nœud 60	122,79	0,98	104,87	-17,91
Nœud 61	125,89	1,64	114,68	-11,2
Nœud 62	122,47	0,3	111,11	-11,35
Nœud 63	120,44	0,49	104,57	-15,86
Nœud 64	120,46	1,67	104,61	-15,84
Nœud 65	118,09	0,78	102,07	-16,01
Nœud 66	119,07	0,14	102,07	-17
Nœud 67	115,68	0,37	98,98	-16,69
Nœud 68	115,63	0,43	98,79	-16,83
Nœud 69	115,18	0,35	98,38	-16,79
Nœud 70	113,9	0,16	98,37	-15,52
Nœud 71	113,15	2,22	96,67	-16,47
Nœud 72	105,23	1,64	76,99	-28,23
Nœud 73	105,64	0,28	75,21	-30,42
Nœud 74	104,92	0,26	76,95	-27,95
Nœud 75	103,43	0,66	72,49	-30,93
Nœud 76	103,04	0,2	72,47	-30,55
Nœud 77	102,62	0,97	70,45	-32,16
Nœud 78	101,79	0,68	69,95	-31,82
Nœud 79	123,33	0,82	112,47	-10,85
Nœud 80	123,1	0,77	112,25	-10,84

Suite Tableau III.11 : charges et pressions dans le réseau existant en cas de pointe+ incendie

	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
ID Nœud	m	L/s	mce	mce
Nœud 81	122,34	0,36	104,85	-17,48
Nœud 82	122,24	0,85	104,87	-17,36
Nœud 83	120,75	0,28	112,25	-8,49
Nœud 84	119,41	0,81	100,38	-19,02
Nœud 85	119,58	0,27	100,38	-19,19
Nœud 86	113,37	0,58	95,91	-17,45
Nœud 87	111,73	1,31	96,23	-15,5
Nœud 88	98,39	0,47	41,74	-56,62
Nœud 89	100,2	0,17	41,73	-58,44
Nœud 90	99,44	0,15	42,06	-57,35
Nœud 91	98,32	0,37	42,07	-56,22
Nœud 92	99,53	0,22	42,46	-57,04
Nœud 93	98,32	0,58	42,48	-55,81
Nœud 94	98,13	17,94	43,85	-54,25
Nœud 95	102,99	0,94	95,45	-7,54
Nœud 96	98,86	3,76	67,73	-31,12
Nœud 97	105,92	0,14	95,53	-10,39
Nœud 98	105,98	0,8	95,53	-10,44
Nœud 99	107,75	0,19	95,65	-12,09
Nœud 100	107,84	0,98	95,66	-12,17
Nœud 101	117,77	0,74	98,24	-19,52
Nœud 102	116,9	0,09	98,24	-18,65
Nœud 103	117,19	0,94	97,52	-19,66
Nœud 104	115,74	0,32	97,51	-18,22
Nœud 105	100,91	0,37	95,44	-5,46
Nœud 106	98,73	0,59	41,35	-57,35
Nœud 107	99,28	0,32	41,29	-57,96
Nœud 108	120,68	0,19	110,58	-10,1
Nœud 109	121,27	0,51	110,58	-10,69
Nœud 110	154,84	4,43	161,93	7,09
Nœud 111	143,91	1,35	161,67	17,76
Nœud 112	108,83	0,13	81	-27,82
Nœud 113	109,92	0,46	81	-28,9
Nœud 114	128,34	7,17	81,88	-46,43
Nœud 115	103,08	0,17	95,44	-7,63

ANNEXE III.6 : Tableau III.12 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie.

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 1	171	99,4	0,37	0,05	0,034
Tuyau 2	264	80	1,45	0,29	1,372
Tuyau 3	335	80	10,47	2,08	53,634
Tuyau 4	1759	80	3,76	0,75	8,048
Tuyau 5	1095	80	-5,49	1,09	16,22
Tuyau 6	1260	80	0,46	0,09	0,164
Tuyau 7	33	80	19,09	3,8	163,12
Tuyau 8	195	100	-21,59	2,75	69,075
Tuyau 9	265	125	43,54	3,55	85,417
Tuyau 10	500	150	-54,55	3,09	53,363
Tuyau 11	268	80	0,57	0,11	0,245
Tuyau 12	124	80	0,27	0,05	0,061
Tuyau 13	8	80	1,76	0,35	1,973
Tuyau 14	63	150	-53,18	3,01	50,896
Tuyau 15	84	80	2,49	0,5	3,752
Tuyau 16	67	99,4	-17,23	2,22	41,247
Tuyau 17	118	57	0,25	0,1	0,244
Tuyau 18	159	99,4	-16,24	2,09	36,967
Tuyau 19	127	99,4	11,52	1,48	19,555
Tuyau 20	162	57	0,35	0,14	0,455
Tuyau 21	57	99,4	12,61	1,62	23,12
Tuyau 22	126	57	0,27	0,11	0,281
Tuyau 23	21	99,4	13,32	1,72	25,589
Tuyau 24	115	57	0,25	0,1	0,277
Tuyau 25	46	99,4	13,96	1,8	27,913
Tuyau 26	118	57	0,25	0,1	0,277
Tuyau 27	19	99,4	14,6	1,88	30,329
Tuyau 28	41	99,4	15,29	1,97	33,038
Tuyau 29	144	57	0,31	0,12	0,363
Tuyau 30	140	99,4	16,29	2,1	42,215
Tuyau 31	79	57	0,17	0,07	0,119
Tuyau 32	85	57	0,18	0,07	0,133
Tuyau 33	25	99,4	17,93	2,31	50,424
Tuyau 34	119	57	0,25	0,1	0,244
Tuyau 35	164	99,4	4,25	0,55	3,09
Tuyau 36	77	57	0,16	0,06	0,107
Tuyau 37	115	99,4	5,17	0,67	4,442
Tuyau 38	57	57	0,12	0,05	0,063
Tuyau 39	103	99,4	5,88	0,76	5,636
Tuyau 40	126	99,4	-9,53	1,23	13,77
Tuyau 41	46	55,4	0,1	0,04	0,051

Tableau III.12 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 42	368	79,2	-8,28	1,68	32,093
Tuyau 43	90	55,4	0,19	0,08	0,191
Tuyau 44	217	55,4	0,46	0,19	0,866
Tuyau 45	202	55,4	0,43	0,18	0,765
Tuyau 46	43	79,2	-5,24	1,06	13,754
Tuyau 47	209	55,4	0,45	0,19	0,832
Tuyau 48	18	79,2	-4,21	0,85	9,17
Tuyau 49	17	79,2	-3,21	0,65	5,549
Tuyau 50	218	55,4	0,47	0,19	0,902
Tuyau 51	34	79,2	-2,16	0,44	2,665
Tuyau 52	212	55,4	0,45	0,19	0,832
Tuyau 53	26	79,2	-1,13	0,23	0,803
Tuyau 54	223	55,4	0,48	0,2	0,937
Tuyau 55	26	79,2	-0,06	0,01	0,003
Tuyau 56	205	55,4	-0,44	0,18	0,798
Tuyau 57	197	55,4	-0,42	0,17	0,732
Tuyau 58	60	55,4	-0,13	0,05	0,083
Tuyau 59	1297	250	108,58	2,21	15,858
Tuyau 60	633	100	1,35	0,17	0,407
Tuyau 61	88	80	-0,19	0,04	0,032
Tuyau 62	151	55,4	0,32	0,13	0,442
Tuyau 63	316	80	-5,88	1,17	18,416
Tuyau 64	190	99,4	1,48	0,19	0,437
Tuyau 65	249	99,4	3,59	0,46	2,258
Tuyau 66	120	99,4	-2,42	0,31	1,088
Tuyau 67	152	80	0,32	0,06	0,084
Tuyau 68	43	80	5,58	1,11	16,696
Tuyau 69	203	80	0,09	0,02	0,008
Tuyau 70	99	80	6,41	1,27	21,588
Tuyau 71	91	57	-0,19	0,07	0,147
Tuyau 72	64	57	-0,14	0,05	0,083
Tuyau 73	321	96,8	-22,75	3,09	78,496
Tuyau 74	117	79,2	-4,81	0,98	11,737
Tuyau 75	50	79,2	3,49	0,71	6,479
Tuyau 76	49	79,2	4,01	0,81	8,38
Tuyau 77	103	55,4	-0,22	0,09	0,221
Tuyau 78	72	55,4	-0,15	0,06	0,109
Tuyau 79	81	55,4	0,17	0,07	0,137
Tuyau 80	34	79,2	-0,95	0,19	0,582
Tuyau 81	272	57	-0,58	0,23	1,159

Tableau III.12 : Vitesse et perte de charge dans le réseau existant en cas de pointe+incendie

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert de charge (m)
Tuyau 82	124	125	0,27	0,02	0,007
Tuyau 83	156	80	7,49	1,49	28,809
Tuyau 84	132	125	0,28	0,02	0,007
Tuyau 85	215	80	-8,23	1,64	34,33
Tuyau 86	26	80	0,11	0,02	0,011
Tuyau 87	169	80	-0,36	0,07	0,104
Tuyau 88	239	80	8,04	1,6	32,877
Tuyau 89	15	100	9,28	1,18	14,462
Tuyau 90	131	125	18,14	1,48	16,876
Tuyau 91	318	57	0,68	0,27	1,555
Tuyau 92	63	99,4	12,32	1,59	22,164
Tuyau 93	73	99,4	13,97	1,8	27,972
Tuyau 94	92	57	0,2	0,08	0,161
Tuyau 95	144	99,4	14,83	1,91	31,243
Tuyau 96	121	57	0,26	0,1	0,262
Tuyau 97	131	57	-0,28	0,11	0,301
Tuyau 98	504	99,4	16,73	2,16	39,057
Tuyau 99	203	150	20,12	1,14	8,411
Tuyau 100	73	57	0,16	0,06	0,107
Tuyau 101	47	150	20,63	1,17	8,811
Tuyau 102	79	99,4	18,66	2,4	54,292
Tuyau 103	139	99,4	15,22	1,96	32,785
Tuyau 104	38	150	15,18	0,86	4,992
Tuyau 105	167	150	30,77	1,74	18,481
Tuyau 106	65	65	0,14	0,04	0,05
Tuyau 107	133	150	31,69	1,79	19,518
Tuyau 108	227	80	-0,49	0,1	0,185
Tuyau 109	142	80	0,3	0,06	0,074
Tuyau 110	449	125	0,78	0,06	0,05
Tuyau 111	189	125	20,56	1,68	21,288
Tuyau 112	1437	250	102,8	2,09	14,33
Tuyau 113	19	150	-50,34	2,85	45,976
Tuyau 114	37	79,2	1,94	0,39	2,184
Tuyau 115	88	79,2	-2,85	0,58	4,452
Tuyau 116	63	79,2	6,98	1,42	23,391
Tuyau 117	90	99,4	-5,48	0,71	4,942
Tuyau 118	243	100	4,32	0,55	3,504
Tuyau 119	90	79,2	6,39	1,3	19,861
Tuyau 120	132	150	49,64	2,81	44,799
Tuyau 121	136	99,4	-17,22	2,22	46,788
Tuyau 122	80	57	0,17	0,07	0,119