الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة
التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS
"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵜⴰⵙⵏⴰⵍⵜ ⵉⵎⵔⵉⵣⵏ ⵏ ⵜⵎⵓⵔⵜ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE TIMIMOUN (W. TIMIMOUN)

Présenté par :
BENAZZALA Nour Eddine

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
SALAH Boualem	Professeur	Président
ALI SEGHIR Djamel	M.C.A	Examinateur
HADJ SADOK Nabila	M.A.A	Examinateur
KADI Latifa	M.A.A	Promoteur

Session Septembre 2025

Remerciements :

Tout d'abord, je rends grâce à **Dieu Tout-Puissant** qui m'a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail. Sans Sa volonté, rien de tout cela n'aurait été possible.

J'exprime toute ma gratitude à **mes parents** pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien moral indéfectible, ainsi qu'à ma famille pour leurs encouragements constants.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à **l'ensemble des enseignants et du personnel de l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique (ENSH)** pour la qualité de l'enseignement, l'encadrement et l'accompagnement dont j'ai bénéficié tout au long de mon parcours académique.

Mes remerciements les plus sincères vont à **ma promotrice, Madame KADI Latifa**, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et son encadrement rigoureux qui ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite également remercier chaleureusement le staff du **Bureau d'Études HYDRO-TECH**, notamment **Aniss**, **Malek** et **Monsieur MEBARKI Sid Ali**, pour leur assistance technique et leur précieuse collaboration. Mes remerciements vont également à **BENSALAH Farouk** de l'**URBAB**, pour son aide et ses orientations pertinentes.

Enfin, j'adresse un grand merci à **toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail**.

Dédicace :

À mes chers **parents**,
Pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices silencieux et votre soutien indéfectible. Vous êtes ma plus grande source d'inspiration et la raison de chacun de mes pas. Ce travail est avant tout le vôtre.

À mes frères **Chawki** et **Hafedh**,
Pour votre présence réconfortante, vos encouragements et vos mots qui m'ont porté dans les moments les plus difficiles.

À mes chers amis **Fares**, **Abdou**, **Chérif**, **Riyane**, **Moh**, **Doumi**, **Ayoub** et **Yassa**,
Pour votre amitié sincère, vos conseils, vos éclats de rire et vos souvenirs partagés qui ont rendu ce parcours plus léger et plus agréable.

À toute ma famille,
Pour votre affection, vos encouragements et votre confiance en moi.

Ce mémoire est dédié à vous tous, avec toute ma reconnaissance et mon affection.

الملخص:

تتوفر مدينة تيميمون على نظام قديم لتزويد المياه الصالحة للشرب، يتكوّن أساسًا من أنابيب الأسبستوس-الاسمنت ويعاني من تسربات عديدة. ولتدارك هذه الوضعية، قمنا بإنجاز هذا العمل الذي يشمل تقدير الاحتياجات المستقبلية، تشخيصًا ماديًا وهيدروليكيًا للشبكة الحالية، إضافةً إلى إعادة التأهيل بإنشاء خزان وسيط، شبكة حلقية من أنابيب PEHD، ومحاكاة هيدروليكية باستخدام برنامج .WaterCAD أظهرت النتائج شبكة جديدة متوازنة بضغط وسرعات مطابقة للمعايير، ودون مخاطر المطرقة المائية.

كلمات مفتاحية: التزويد بمياه الشرب، التشخيص، شبكة التوزيع، الخزان الوسيط، المحاكاة الهيدروليكية

Résumé :

La ville de Timimoun dispose d'un système d'AEP ancien, constitué majoritairement de conduites en amiante-ciment et marqué par de nombreuses fuites. Pour y remédier, nous avons réalisé ce travail qui englobe une estimation des besoins futurs, un diagnostic physique et hydraulique du réseau existant, ainsi qu'une réhabilitation incluant un réservoir tampon, un réseau maillé en PEHD et des simulations hydrauliques sous WaterCAD. Les résultats montrent un nouveau réseau équilibré, avec des pressions et vitesses conformes aux normes, sans risque de coup de bélier.

Mots clés : Alimentation en eau potable, Diagnostic, Réseau de distribution, Réservoir tampon, Simulation hydraulique.

Abstract :

The city of Timimoun has an old water supply system, mainly composed of asbestos-cement pipes and affected by numerous leaks. To address this issue, we carried out this work, which includes an estimation of future needs, a physical and hydraulic diagnosis of the existing network, and a rehabilitation plan involving a buffer reservoir, a looped PEHD network, and hydraulic simulations using WaterCAD. The results show a new balanced network, with pressures and velocities within standards, and no risk of water hammer.

Key words: Drinking water supply, Diagnosis, Distribution network, Buffer reservoir, Hydraulic simulation.

Tableau des matières :

Introduction générale 1

Chapitre I : présentation de la zone d'étude.

I.1 Introduction : 2

I.2 Situation géographique : 2

I.3 Monographie et l'habitat : 3

I.4 Cadre géomorphologique : 3

I.5 Climat de la région : 4

I.5.1 Température : 4

I.5.2 Les précipitations : 5

I.5.3 Le vent : 5

I.5.4 L'ensoleillement : 6

I.6 Sismicité : 6

I.7 Géologie : 7

I.8 Situation hydraulique : 8

I.8.1 Champ de captage : 8

I.8.2 Système d'adduction : 9

I.8.3 Ouvrages de stockage : 9

I.8.4 Réseau de distribution existant : 9

Chapitre II : Estimation des besoins en eau.

II.1 Introduction : 11

II.2 Estimation de la population future : 11

II.3 Estimations des besoins en eau : 12

II.3.1 Choix de la dotation de l'agglomération : 12

II.3.2 Evaluation des besoins moyens : 14

II.4 Variation de la consommation journalière : 15

II.4.1 Consommation minimale journalière : 15
II.4.2 Consommation maximale journalier : 16
II.5 Variation de la consommation horaire : 17
II.5.1 Débit moyen horaire : 17
II.5.2 Consommation maximale horaire : 17
II.5.3 Consommation minimum horaire : 18
II.6 Régime de consommation de l'agglomération : 19
II.7 Bilan production – demande de la zone d'étude : 23
II.8 Conclusion : 25

Chapitre III : Diagnostic du système d'AEP existant

III.1 Introduction : 26
III.2 Déroulement de l'étude : 26
III.3 Diagnostic physique : 26
III.3.1 État physique du réseau de distribution : 26
III.3.2 Etat physique des ouvrages de stockages : 28
III.3.3 Etat physique des forages existant : 32
III.3.4 Etat physique des conduites d'adduction : 38
III.4 Recommandations générale : 38
III.5 Diagnostic hydraulique : 39
III.5.1 Détermination des débits de calcul : 40
III.5.2 Simulation hydraulique d'horizon actuel (2025) : 41
III.5.3 Simulation hydraulique d'horizon moyen terme (2040) : 47
III.5.4 Bilan de stockage de la zone d'étude : 53
III.5.5 Diagnostic des adductions existantes : 56
III.6 Calcul des pressions dans le régime transitoire : 60
III.6.1 Généralités sur le coup de bélier : 60
III.7 Conclusion : 63

Chapitre IV : Réhabilitation du system d'AEP existant.

IV.1 Introduction : 64

IV.2 Réhabilitation du réseau de distribution : 64

IV.3 Choix du type de réseau de distribution : 64

IV.3.1 Réseau de distribution ramifié : 65

IV.3.2 Réseau maillé : 65

IV.3.3 Réseau mixte : 65

IV.4 Choix du type de matériau des conduites : 65

IV.5 Calcule hydraulique du réseau de distribution projeté : 66

IV.5.1 Calcule des débits de dimensionnement : 66

IV.5.2 Résultats du simulation cas de pointe : 68

IV.5.3 Résultats du simulation cas de pointe + incendie : 74

IV.5.4 Résultats de la simulation dans le cas des heures creuses : 80

IV.6 Réhabilitation d'adduction : 81

IV.6.1 Projection du réservoir tampon : 82

IV.6.2 Dimensionnement de la conduite gravitaire en aval: 83

IV.7 Évaluation du risque lié au régime transitoire : 84

IV.8 Conclusion : 86

Chapitre V : Contribution à la gestion du nouveau réseau

V.1 Introduction : 87

V.2 Technique de la gestion d'un réseau d'AEP : 87

V.3 Production d'eau : 88

V.4 Gestion du réseau de distribution : 89

V.4.1 Détermination des segments critique : 89

V.4.2 Détermination de la provenance de l'eau dans les nœuds : 91

V.4.3 Estimation du temps de séjour de l'eau dans les conduites : 96

V.5 Recommandations générales pour la gestion du nouveau réseau: 96

V.6 Conclusion : 97

Chapitre VI : Devis quantitatif et estimatif.

VI.1 Introduction : 98
VI.2 Calcul des volumes des travaux : 98
VI.2.1 Equipement et accessoire : 99
VI.2.2 Calcul de la profondeur de la tranchée : 99
VI.2.3 Calcul de la largeur de la tranchée : 99
VI.2.4 Volume de décapage de la couche végétale ou goudron : 99
VI.2.5 Volume du déblai : 100
VI.2.6 Volume du lit de sable : 100
VI.2.7 Volume du remblai : 100
VI.2.8 Travaux du château d'eau : 101
VI.3 Devis estimatif : 104
VI.4 Protection et sécurité de travail. 106
VI.4.1 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique : 106
VI.4.2 Liste des activités dangereuses sur un chantier hydraulique : 107
VI.4.3 Mesures préventives pour éviter les risques des accidents de travail : 108
VI.5 Conclusion : 109
Conclusion générale 110
Références bibliographiques : 111

Les annexes

Listes des Tableaux :

Tableau I-1: Températures mensuelles. 5
Tableau I-2: Pluviométrie mensuelle moyenne. 5
Tableau I-3: Vitesse des vents dans la station d'Adrar. 6
Tableau I-4: Moyennes mensuelles d'ensoleillement. 6
Tableau I-5: Caractéristiques des conduites d'adduction. 9
Tableau I-6: Les caractéristiques des réservoirs existants. 9
Tableau II- 1: Evolution de la population pour les différents horizons. 12
Tableau II- 2: Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab). 13
Tableau II- 3: Besoins moyens journaliers brut des différents horizons. 14
Tableau II- 4: Evolutions du rendement dans les différents horizons. 15
Tableau II- 5: Besoins moyens journaliers nets des différents horizons. 15
Tableau II- 6: Résumé des débits journaliers 16
Tableau II- 7: Variation de βmax et βmin en fonction du nombre d'habitant. 17
Tableau II- 8: Calcul des consommations moyennes, maximales et minimales horaires. 19
Tableau II- 9: Variation des débits horaires actuellement en 2025. 19
Tableau II- 10: Variation des débits horaires actuellement en 2055. 21
Tableau II- 11: Les étapes pour distinguer la production destinée au chef-lieu. 24
Tableau II- 12: Bilan hydrique de la zone d'étude. 24
Tableau III-1: Caractéristiques des conduites de distribution. 27
Tableau III-2: Caractéristiques des réservoirs existant 28
Tableau III-3: Caractéristiques des forages existant 32
Tableau III-4: Charges et pressions dans le réseau existant (2025) en cas de pointe. 41
Tableau III-5: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2025) cas de pointe. 42
Tableau III-6: charges et pressions dans le réseau existant (2025) en cas de pointe+ incendie 44
Tableau III-7: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2025) cas de pointe+ incendie 45
Tableau III-8: Charges et pressions dans le réseau existant (2040) en cas de pointe. 47
Tableau III-9: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2040) cas de pointe. 48

Tableau III-10: Charges et pressions dans le réseau existant (2040) en cas de pointe+ incendie. 50
Tableau III-11: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2040) cas de pointe+ incendie. 51
Tableau III-12: Détermination de la capacité de stockage à l'horizon (2025, 2040 et 2055). 54
Tableau III-13: Les besoins en stockage d'ACL Timimoun pour les différents horizons. 55
Tableau III-14: Bilan de stockage de la zone d'étude. 55
Tableau III-15: Résultats du simulation de l'adduction 1. 57
Tableau III-16: Résultats du simulation de l'adduction 2. 58
Tableau III-17: Résultats du simulation de l'adduction 3. 59
Tableau III-18: Résultats du simulation de l'adduction 4. 59
Tableau III-19: Résultats du simulation de l'adduction 5. 60
Tableau III-20: Résultats des calculs des pression en régime transitoire. 62
Tableau IV-1: Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas de pointe. . 68
Tableau IV-2: Résultats de simulation des vitesses d'écoulement dans le réseau en cas de pointe. 69
Tableau IV-3: Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas de pointe + incendie. 74
Tableau IV-4: Résultats de simulation des vitesses d'écoulement dans le réseau en cas de pointe + incendie. 75
Tableau IV-5:Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas des heures creuse 80
Tableau IV-6: Caractéristiques des conduites d'adduction projetées 81
Tableau IV-7: Résultats de la simulation de l'adduction projetée. 84
Tableau IV-8: Résultats de calcul des pressions en cas d'un régime transitoire. 86
Tableau V-1: Bilan hydrique de l'agglomération chef-lieu. 88
Tableau V-2: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Macine1 et 2). 92
Tableau V-3: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Kouba 2). 93
Tableau V-4: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Kouba 1). 94
Tableau V-5: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir R-5). 95
Tableau VI-1: Calcul des différents volumes pour les travaux de terrassements. 101
Tableau VI-2: Caractéristiques de château. 101
Tableau VI-3: Les résultats des travaux du réservoir. 104
Tableau VI-4: Les devis quantitatifs et estimatifs. 104

Listes des Figures :

Figure I- 1: Communes limitrophes de la commune de Timimoun (W. Timimoun). 3
Figure I- 2: Carte géomorphologique de la région de Timimoun (LAABOUDI, 2009)....4
Figure I-3:Zonage sismique de l'Algérie: toutes zones 0 à VI.....7
Figure I-4: Extrait de la carte géologique de Timimoun 1/500 000.....8
Figure II-1: Evolution de la population de la ville à différents horizons.....12
Figure II-2: Evolution des dotation dans les différents horizons.....14
Figure II-3: Diagramme des colonnes de la variation horaire de la consommation. 20
Figure II-4: Courbe de la consommation cumulée (2025).....21
Figure II-5: Graphique de la consommation horaire (2055).....22
Figure II-6: Courbe de la consommation cumulée (2055).....23
Figure III-1: une regard de vanne manque un nettoyage.....27
Figure III-2: Fuite sur une regard de vanne.....28
Figure III-4: Regard de vanne (conduite de distribution).....29
Figure III-3: Etat extérieur du réservoir Macine 1.....29
Figure III-5: Etat extérieur du réservoirs Macine 2.....29
Figure III-6: Chambre des vannes.....30
Figure III-7: Conduite d'arrivée.....30
Figure III-8: Etat extérieur du réservoir R-3.....30
Figure III-9: Regard de vanne manque nettoyage.....31
Figure III-11: Armoire d'électricité en mauvaise état.....33
Figure III-12: Vanne du conduite de refoulement.....33
Figure III-10: Conduite de refoulement du forage F1.....33
Figure III-14: Conduite et vanne en état très dégradé.....34
Figure III-13: Câbles d'électricité non protéger.....34
Figure III-16: Câbles d'électricité au sol.....34
Figure III-15: Conduite de refoulement du forage F6.....34
Figure III-19: Une fuite sur la conduite de refoulement du forage F7.....35
Figure III-18: Armoire d'électricité du forage F7.....35
Figure III-17: Structure extérieur du forage F7.....35
Figure III-21: Etat intérieur du structure du forage Macine 1.....36
Figure III-20: Conduite de refoulement du forage Macine 1.....36
Figure III-23: Armoire d'électricité du forage Macine 3.....36

Figure III-22: Conduite de refoulement avec ces accessoires du forge Macine 3. 36
Figure III-25: Conduite de refoulement du forage Macine 4. 37
Figure III-24: Structure extérieur du forage Macine 4. 37
Figure III-26: Schéma des conduites d'adduction existantes dans la zone d'étude. 56
Figure IV-1: Graphique des pressions des nœuds dans le réseau projeté cas de pointe. .. 71
Figure IV-2: Graphique des vitesses des écoulements dans le réseau projeté cas de pointe. 71
Figure IV-3: Résultats de la simulation sur le réseau projeté en cas de pointe. 73
Figure IV-5: Graphique des vitesses des écoulements dans le réseau projeté cas de pointe + incendie. 77
Figure IV-4: Graphique des pressions des nœuds dans le réseau projeté cas de pointe + incendie. 77
Figure IV-6: Résultats de la simulation sur le réseau projeté en cas de pointe + incendie. 79
Figure IV-7: Schéma de la nouvelle configuration d'adduction gravitaire projetée. 83
Figure V-1: Illustration des différents segments en cas d'isolation. 89
Figure V-3: Légende des segments critiques du réseau. 90
Figure V-2: Les segments critiques du réseau. 90
Figure V-4: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Macine 1 et 2. 91
Figure V-5: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Kouba 2..... 92
Figure V-6: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Kouba 1..... 93
Figure V-7: Figure de la zone alimentée par les réservoirs R-5. 95
Figure V-8: Résultats de la simulation de temps de séjour de l'eau..... 96
Figure VI-1: Schéma de la pose de conduite. 98

Listes des planches :

- Plan de masse avec réseau existant.
- Plan de masse avec système projeté.
- Système d'adduction projetée.
- Plan du Profile en long d'adduction.
- Plan détails des nœuds.

Liste des notations :

AEP : Alimentation en Eau Potable.

P : Pluie moyenne mensuelle.

T°C : Température en degré Celsius.

ETP : Evapotranspiration potentielle.

ONM : l'Office National de la Météorologie.

OMS : l'Office de la Météorologie Saharienne.

PEHD : PolyEthylène Haute Densité.

PVC : PolyVinyle Chloride.

AC : Amiante-ciment.

Hab : habitants.

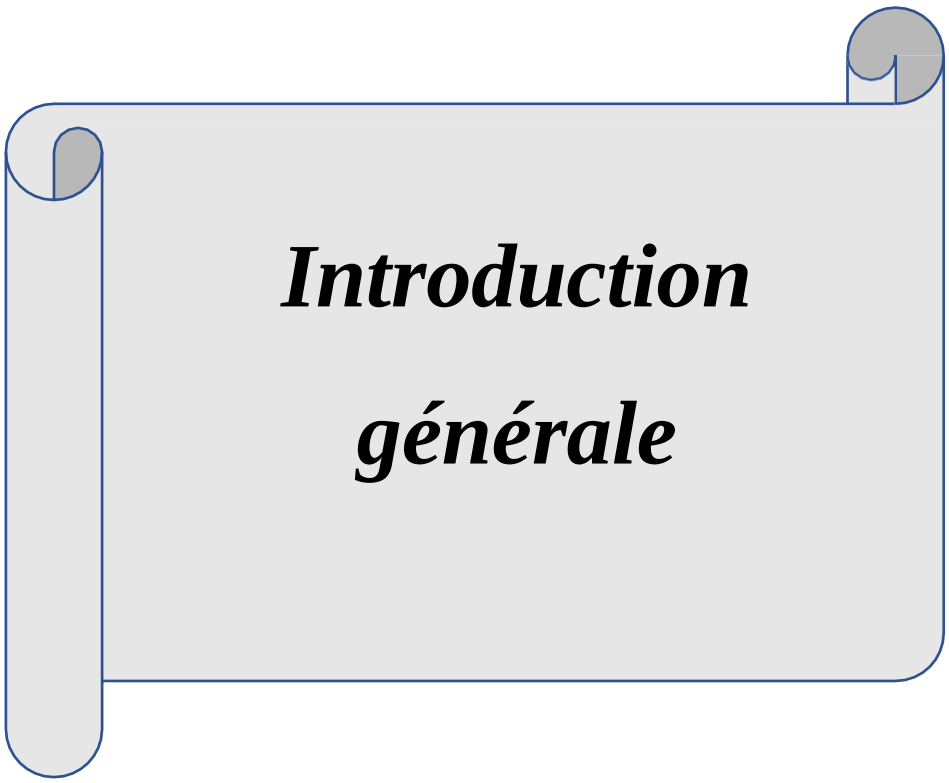
ACL : Agglomération Chef-Lieu.

M.C.E : Mètre colonne d'eau.

SIG : Système d'Information Géographique.

ADE : Algérienne des eaux.

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.


Introduction
générale

Introduction générale :

Dans un contexte marqué par une croissance démographique constante et une pression accrue sur les ressources naturelles, la mise en place de systèmes d'alimentation en eau potable efficaces et durables constitue un enjeu majeur, notamment dans les régions sahariennes telles que la ville de Timimoun. Située au sud-ouest de l'Algérie, cette commune repose essentiellement sur l'exploitation des nappes profondes, en particulier la nappe du Continental Intercalaire, pour satisfaire ses besoins en eau. Ce mode d'approvisionnement exige une gestion rigoureuse de l'ensemble du système, depuis le captage jusqu'à la distribution, afin de garantir un accès fiable et équitable à la ressource, tout en préservant sa durabilité dans le temps.

L'étude développée dans ce mémoire s'inscrit dans une logique de modernisation et de réhabilitation d'un système d'alimentation en eau potable vieillissant. En effet, le réseau existant présente plusieurs défaillances importantes, dont la présence encore significative de conduites en amiante-ciment, matériau désormais obsolète et non conforme aux normes actuelles, ainsi qu'un nombre élevé de fuites réparties sur l'ensemble des tronçons. Ces problèmes ont un impact direct sur la performance hydraulique du réseau et sur la qualité de service pour les usagers. Face à ces constats, le projet a été structuré selon les étapes suivantes:

- Évaluation des besoins en eau potable aux différents horizons.
- Diagnostic du système existant.
- Réhabilitation du système d'adduction.
- Conception du nouveau réseau de distribution.
- Simulation hydraulique à l'aide du logiciel WaterCAD.
- Analyse du régime transitoire.
- Étude de la gestion et de l'entretien du réseau.
- Élaboration du devis quantitatif et estimatif.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

IV.1 Introduction :

La ville de Timimoun est située au cœur du Sahara algérien, dans la région du Gourara, appartenant à la wilaya de Timimoun. Elle se trouve à environ 1 200 km au sud-ouest d'Alger. Son climat est hyperaride, caractérisé par des températures élevées en été, des hivers doux et des précipitations extrêmement faibles. La ville repose sur un relief relativement plat, marqué par des dépressions et des dunes qui influencent son aménagement urbain et son réseau hydraulique.

Ce chapitre a pour objectif de présenter la zone d'étude en abordant ses différentes caractéristiques naturelles et socio-économiques. Nous analyserons la démographie de Timimoun, en mettant en avant l'évolution de sa population. Nous étudierons aussi les aspects géographiques et topographiques ainsi que le cadre hydrographique. De plus, nous examinerons le climat saharien extrême et ses impacts sur la gestion des ressources hydriques. Enfin, nous traiterons les risques naturels, notamment les aléas sismiques, qui constituent des enjeux majeurs pour le développement durable de la région.

IV.2 Situation géographique :

La Commune de Timimoun est le chef-lieu de la wilaya de Timimoun, elle se situe au nord de la wilaya de la wilaya et elle est limitée au :

- **Nord** par la commune de Tinerkouk.
- **Est** par la commune de Hassi Gara (wilaya d'EL Meniaa).
- **Ouest** par les communes de Ouled Aïssa et Ouled Saïd.
- **Sud** par la commune Aougrout.

La commune de Timimoun a une superficie qui avoisine les 9936 Km^2.

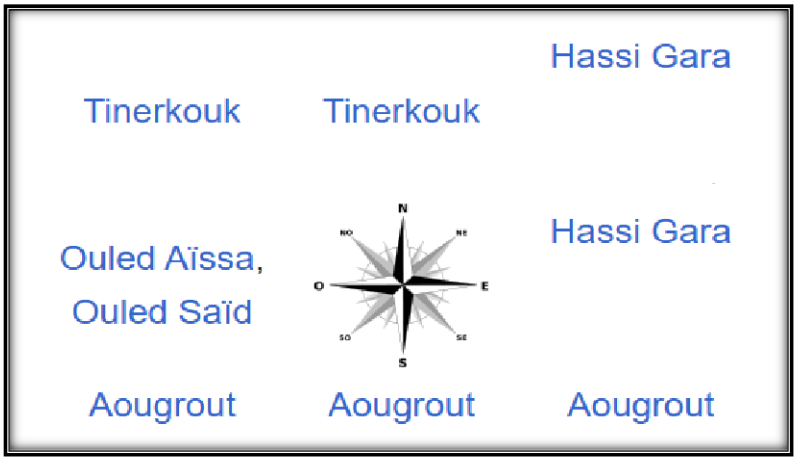


Figure I- 1: Communes limitrophes de la commune de Timimoun (W. Timimoun).

source: (Wikipédia ,2025)

IV.3 Monographie et l'habitat :

Avec une superficie de 9 936 km², la commune de Timimoun comptait 43 546 habitants lors du dernier recensement. Elle présente une densité de population d'environ 4,38 habitants/km², ce qui reste relativement faible en raison de son vaste territoire désertique, bien que la population soit principalement concentrée dans certaines zones urbanisées.

Le chef-lieu de la commune, qui s'étend sur 1 216 km², abrite environ 27 100 habitants. Cette zone regroupe la majorité des infrastructures et des activités économiques, avec un tissu urbain varié comprenant des habitations individuelles de type rural, des lotissements ainsi que des ensembles d'habitat collectif. La densité de population y est d'environ 22,29 habitants/km², rendant la concentration humaine et les constructions plus marquées, favorisant une vie urbaine plus dynamique comparée aux secteurs périphériques.

IV.4 Cadre géomorphologique :

Connaitre le cadre géomorphologique est important dans une étude d'AEP, car il influence l'implantation des infrastructures et l'optimisation du réseau. Il permet d'adapter les tracés aux contraintes du terrain, et assurer un approvisionnement durable en eau potable.

La région de Timimoun fait partie d'une grande zone allongée, sensiblement orientée N-S. Elle renferme différents traits géomorphologiques distincts, qui sont :

- **La plaine :** des horizons plats semés ou non de cailloux laissés sur place par le vannage éolien.
- **Les dépressions :** sont des régions situées au-dessous du niveau de la mer.
- **L'erg :** est un vaste cordon dunaire de petites dimensions.

- **Le reg :** est un désert de pierres, une surface caillouteuse débarrassée des éléments fins par le vent.

Notre région d'étude est située dans une plaine, limitée vers l'Est par le plateau de Tademaït et vers l'Ouest par la dépression de Touat et se caractérise par une altitude maximale de l'ordre de 300m au pied du plateau de Tademaït, une pente faible de l'ordre de 0.1% à 0.2% et un pendage vers le Sud-Ouest et l'Ouest.

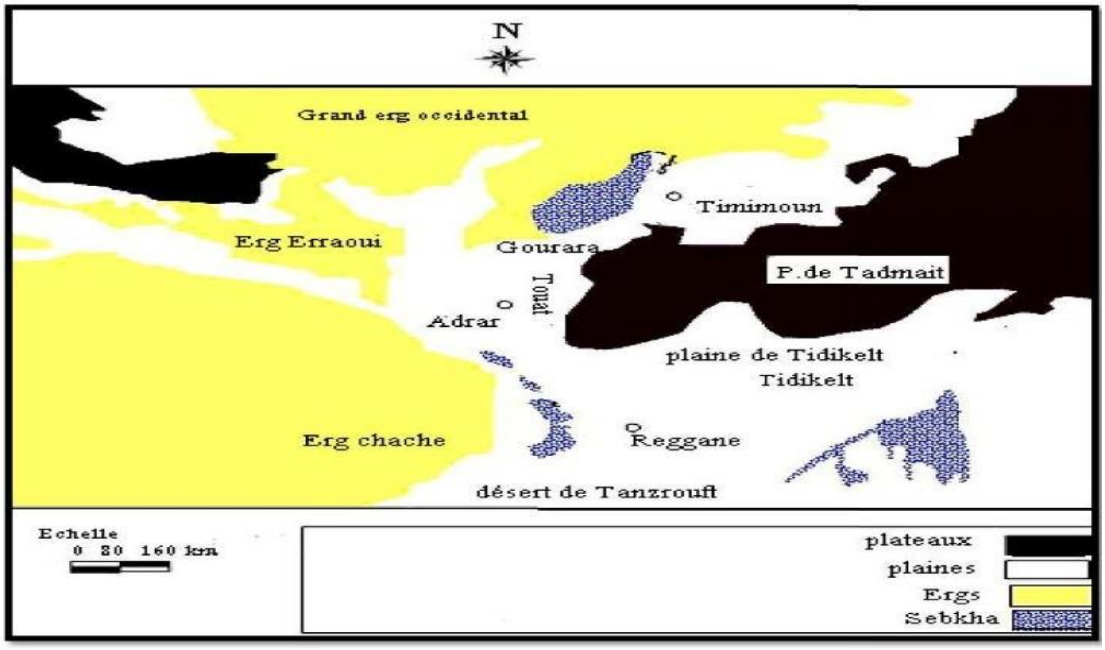


Figure I- 2: Carte géomorphologique de la région de Timimoun (LAABOUDI, 2009)

IV.5 Climat de la région :

Le climat de la région de Timimoun est un climat particulièrement contrasté, elle est caractérisée par un climat sec et aride. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air.

Les objectifs des analyses climatologiques (vitesse du vent, P(mm), ETP, T(C°), l'Ensoleillement, etc.) Permettent de donner une idée précise sur le climat qui caractérise la région étudiée et donner un schéma global sur le mode de fonctionnement hydrologique du système aquifère.

IV.5.1 Température :

Pour notre étude nous avons pu disposer des données moyennes mensuelles et annuelles de la station d'Adrar qui sont représentées dans le tableau ci-dessous.

On distingue deux saisons :

Une saison chaude qui s'étend de mai jusqu'à septembre. Nous devons signaler qu'en aout les températures deviennent insupportables.

Une saison froide caractérisée par des nuits hivernales très froides. C'est la saison de germination des plantes, elle s'étend d'octobre à avril. La variation brusque de la température est due à l'influence des caractéristiques géographiques et les masses d'air tropicale et continentale.

Tableau IV-1: Températures mensuelles.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jiu	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyen
(T°C)Min	4,6	7,7	11,5	15,6	19,2	24,3	27,5	27,4	24	17,6	11	5,5	16.32
(T°C)Max	21,8	25,2	30,6	34,8	37,7	43,9	47,5	46,2	42,8	35,3	29,1	25,2	35,00
(T°C)Moy	13,2	20,3	21,05	25,2	28,45	34,1	37,5	36,8	33,4	26,45	20,05	15,35	25,98

(ONM de Timimoun, 1988-2013)

D'après les courbes des variations, il ressort que janvier est le mois le plus froid avec 13,2 °C de moyenne tandis que le mois de juillet est le plus chaud avec 37,5°C.

IV.5.2 Les précipitations :

Le tableau ci-dessous représentant les pluies moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Timimoun, qui permet de mieux caractériser le régime pluviométrique local et d'évaluer la disponibilité en ressources en eau à l'échelle de l'année.

Tableau IV-2: Pluviométrie mensuelle moyenne.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jiu	Aou	Sep	Oct	Nev	Déc	Année
P (mm)	4,98	1,22	4,03	3,65	1,55	1,02	0,55	2,9	2,4	3,9	2,08	0,85	29,82

(ONM de Timimoun, 1988-2013)

D'après le tableau I.2, nous pouvons constater que la région d'étude est caractérisée par deux périodes bien distinctes. La période la plus courte, c'est-à-dire celle relativement pluvieuse, dont le mois le plus pluvieux est celui de Janvier (4.98mm), tandis que la période la plus longue (période sèche) s'étale sur le reste de l'année, dont le mois le plus sec est celui de Juillet (0,55mm).

IV.5.3 Le vent :

Notre zone d'étude est l'une des régions les plus exposées au vent dans le Sahara algérien. Ces vents sont particulièrement violents. Le tableau I.3 représente les moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistré durant la période 1991 à 2010.

Tableau IV-3: Vitesse des vents dans la station d'Adrar.

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	MOY
Vitesse du vent m/s	5,6	5,5	5,3	4,8	5,7	5,6	6,6	6,3	6	5,5	5,8	5,6	5,7

(Source : OMS d'Adrar)

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. On relève que les vents sont fréquents durant toute l'année. C'est durant la saison du printemps (Mars-Avril) que se manifestent violemment les tempêtes de sable. Des vitesses supérieures à 20 m/s (72km/h) sont observées dans la région.

IV.5.4 L'ensoleillement :

Le tableau ci-après présente les données relatives à l'ensoleillement de la commune de Timimoun, essentielles pour évaluer le potentiel solaire de la région.

Tableau IV-4: Moyennes mensuelles d'ensoleillement.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou
Insolation (Heures/j)	9,4	9,1	9	8,6	8,4	9,4	9,3	9,6	10,6	11,1	10,9	10,1

(ONM de Timimoun, 1991-2010)

D'après le tableau I.4, l'insolation journalière est supérieure à 8 h/j pendant toute l'année. Ces valeurs montrent une augmentation de l'insolation de 8,4 h/j au mois de janvier jusqu'à 11,1 h/j au mois de juin. L'insolation est importante dans la région puisqu'elle excède 9 heures par jour pendant plus de 10 mois de l'année.

IV.6 Sismicité :

Le territoire national est divisé en sept (07) zones de sismicité croissante, définies sur la carte des zones de sismicité (figure I-4), qui précise cette répartition par wilaya et par commune, soit :

Sismicité	Zone
Très faible	0
Faible	I
Faible à moyenne	II
Moyenne	III
Moyenne à élever	IV
Elevée	V & VI

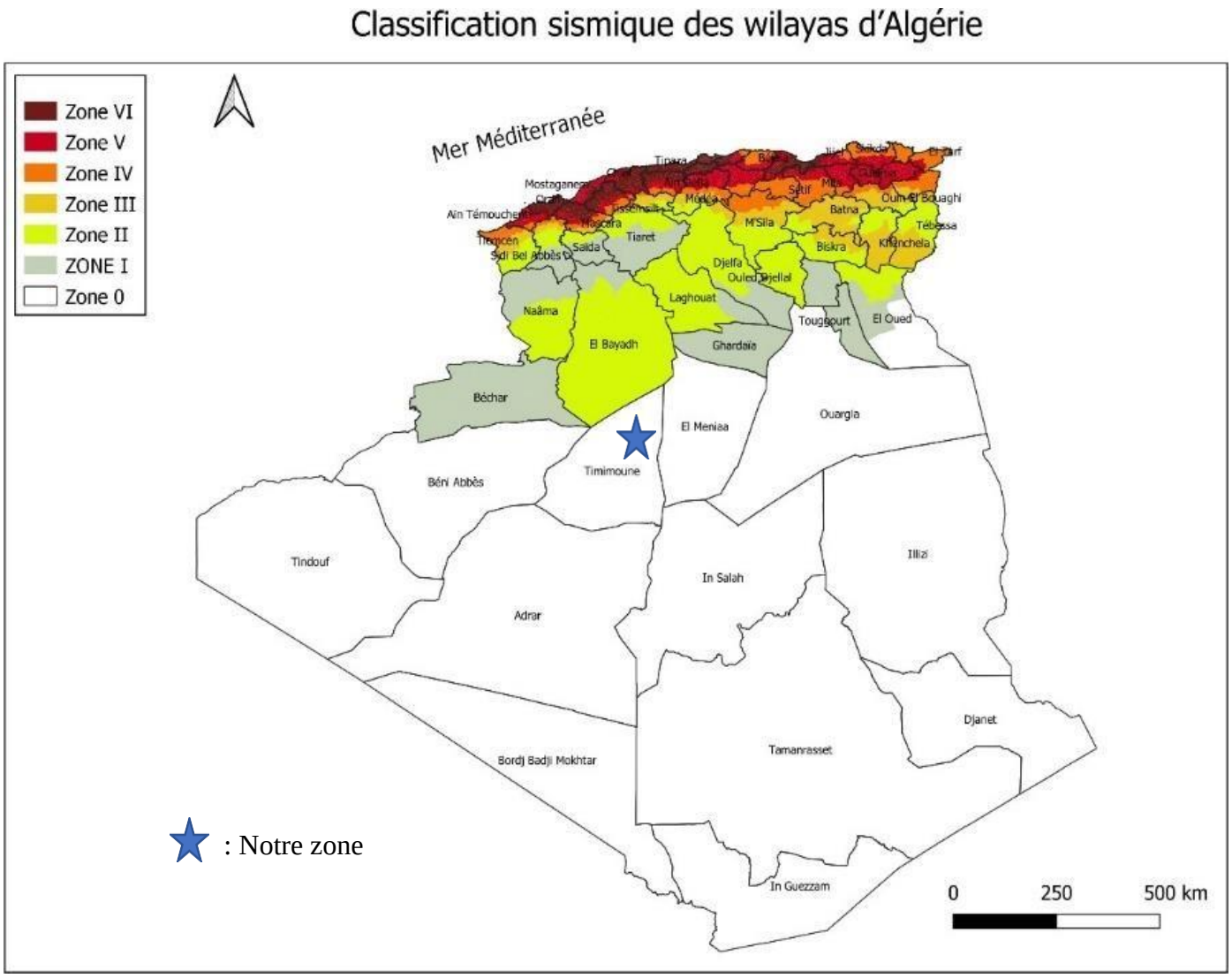


Figure I-3:Zonage sismique de l'Algérie: toutes zones 0 à VI

Source : Règles Parasismiques Algériennes, 2024.

La commune de Timimoun, classée en zone sismique 0 (très faible), est peu exposée aux risques de tremblements de terre. Cette stabilité réduit les contraintes de conception des infrastructures, limitant le besoin de mesures parasismiques et facilitant l'aménagement urbain et hydraulique.

IV.7 Géologie :

La zone d'étude fait partie de la grande plateforme saharienne, située au Sud de l'Algérie elle appartient au Craton Nord-Africain. Elle comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au paléozoïque en plusieurs bassins (figure I-3).

L'analyse des données (carte géologique, logs de forage) a permis de répertorier une vingtaine d'étages stratigraphiques traversés. Certains ont été regroupés pour permettre une

corrélation plus aisée des formations géologiques. Les étages datés du Primaire et les formations du socle, sont regroupés sous le nom de Paléozoïque, les séries datées du Lias au Malm ont été regroupées sous le Jurassique, les formations du Crétacé inférieur datées du Berriasien à l'Albien ont été regroupées sous le terme «Continental Intercalaire C. I.». Le terme Complexe Terminal « C. T. » désigne les formations datées du Sénonien au MioPliocène. Ces regroupements ont permis de retenir une échelle stratigraphique allant du Quaternaire au Paléozoïque (G. Conrad, 1969).

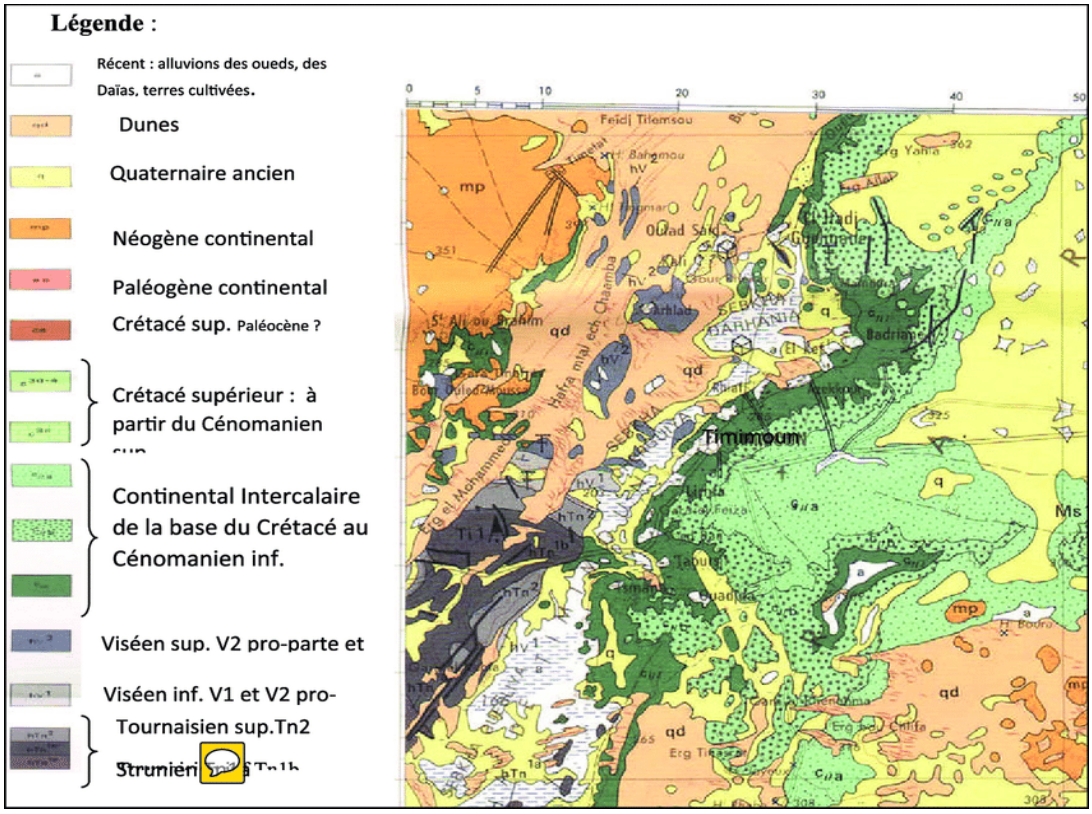


Figure I-4: Extrait de la carte géologique de Timimoun 1/500 000 (Lefranc J.P., Conrad J., C.N.R.S. France, 1974).

IV.8 Situation hydraulique :

IV.8.1 Champ de captage :

La zone d'étude est alimentée par un champ de captage qui se trouve à 23 km , constituée de septe forages: FNCC1, FNCC2, FNCC3, FNCC4, FNCC5, FNCC7, FNCC8, additionnés à onze autre forages distribués au voisinage de notre zone le tout donnant un débit de 408 l/s à l'aide des pompes immergées refoulant directement vers les réservoirs d'alimentation : MACINE 1 (600 m^3), MACINE 2 (2000 m^3), Kouba 1 (2400 m^3), Kouba 2(600 m^3), R-5 (600 m^3).

IV.8.2 Système d'adduction :

Les caractéristiques de toutes les conduites d'adduction alimentant notre zone d'étude sont résumées dans le Tableau I.5 suivant :

Tableau IV-5: Caractéristiques des conduites d'adduction.

Adductions	Nombre de Conduites	Matériaux	DN (mm)	Longueur (m)
Entre le champ de captage et les réservoirs (Macine 1,2, Kouba1,2 et R-5)	1	PEHD	500	30000
			400	
Entre le forage FM1 et le réservoir Macine 1 600m^3	1	Amiante-ciment	200	1350
Entre les forages F4, F6 et le réservoir R-5	2	PEHD	200	2000
		Amiante-ciment	200	1900
Entre les forages FM3, F7, F1, F5 et le réservoir Kouba1 et 2	3	PEHD	315	5650
		PEHD	200	1060
		PEHD	200	1000

IV.8.3 Ouvrages de stockage :

Dans la région de chef-lieu de Timimoun, on recense quatre réservoirs semi-enterrés, et ils sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-6: Les caractéristiques des réservoirs existants.

Nom	Type	Capacité (m^3)	X	Y	Gestion
MACINE 1	Rectangulaire	600	27° 59' 22"	00° 16' 43"	ADE
MACINE 2	Cylindrique	2000	27° 52' 17"	00° 16' 01"	ADE
Kouba 1	Cylindrique	2400	27° 53' 18"	00° 17' 20"	ADE
Kouba 2	Cylindrique	600	27° 52' 22"	00° 18' 49"	ADE
R-5	Cylindrique	600	28° 01' 55"	00° 15' 11"	ADE

IV.8.4 Réseau de distribution existant :

Le réseau de distribution de la commune de Timimoun est conçu en majorité de conduites en amiante-ciment et en PEHD avec des tronçons en PVC. Le réseau est de type ramifier avec la présence de quelques petites mailles alimenté par des réservoirs en tête de l'agglomération.

IV.9 Conclusion :

En conclusion, l'étude de la zone de Timimoun a révélé plusieurs caractéristiques essentielles influençant son système d'alimentation en eau potable. La région présente une pente faible, un climat sec et aride, et fait partie de la grande plateforme saharienne. L'approvisionnement en eau repose exclusivement sur les ressources souterraines, captées à travers plusieurs forages, ce qui souligne l'importance d'une gestion efficace et durable de ces ressources pour répondre aux besoins de la population.

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Chapitre II

Estimation des besoins en eau

V.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous évaluons les besoins en eau potable de la ville de Timimoun. Cette analyse repose sur les données du recensement national de la population, les tendances démographiques, ainsi que les caractéristiques socio-économiques et le plan d'urbanisme de la région. L'évaluation des besoins en eau est un processus essentiel qui prend en compte plusieurs facteurs, notamment la croissance de la population, la structure de l'habitat et les modes de consommation des habitants.

Les réseaux d'alimentation en eau potable doivent répondre aux besoins domestiques et publics, ainsi qu'à certaines exigences liées aux activités urbaines. Dans ce chapitre consacré à l'estimation des besoins en eau, notre objectif est d'évaluer l'équilibre entre la production et la demande en eau à Timimoun, une ville marquée par un climat saharien et une urbanisation croissante, nécessite une estimation précise des besoins actuels et futurs en eau potable.

V.2 Estimation de la population future :

Les réseaux d'alimentation en eau potable sont conçus pour satisfaire les besoins futurs de la population. Ainsi, il est essentiel d'estimer l'évolution démographique. Pour la ville de Timimoun, nous adopterons un horizon de 30 ans en appliquant un taux d'accroissement de 1,8 % pour le chef-lieu et de 2,2 % pour les agglomérations secondaires, conformément aux données du PNE d'avril 2010.

Ces valeurs seront employées lors de l'application de la formule des intérêts composés pour déterminer la population à l'horizon que nous souhaitons.

$$Pn = P0 * (1+ \tau)^n \qquad \text{(II.1)}$$

Avec :

- Pn : population à l'horizon donnée.
- P0 : population de l'année de référence (RGPH 2022).
- τ : taux d'accroissement (τ = 1.8%, 2,2%).
- n : nombre d'année séparant l'année de référence et l'année de l'horizon.

Tableau II- 1: Evolution de la population pour les différents horizons.

Agglomération	Nombre d'habitants en 2022 (hab)	Nombre d'habitants en 2025 (hab)	Nombre d'habitants en 2040 (hab)	Nombre d'habitants en 2055 (hab)
Chef-lieu Timimoun	27099	28589	37360	48824
Les autre agglomérations (Ksour)	16447	17553	24329	33720
Totale	43546	46142	61689	82544

L'accroissement de la population de la ville de Timimoun peut être représenté dans la Figure II.1.

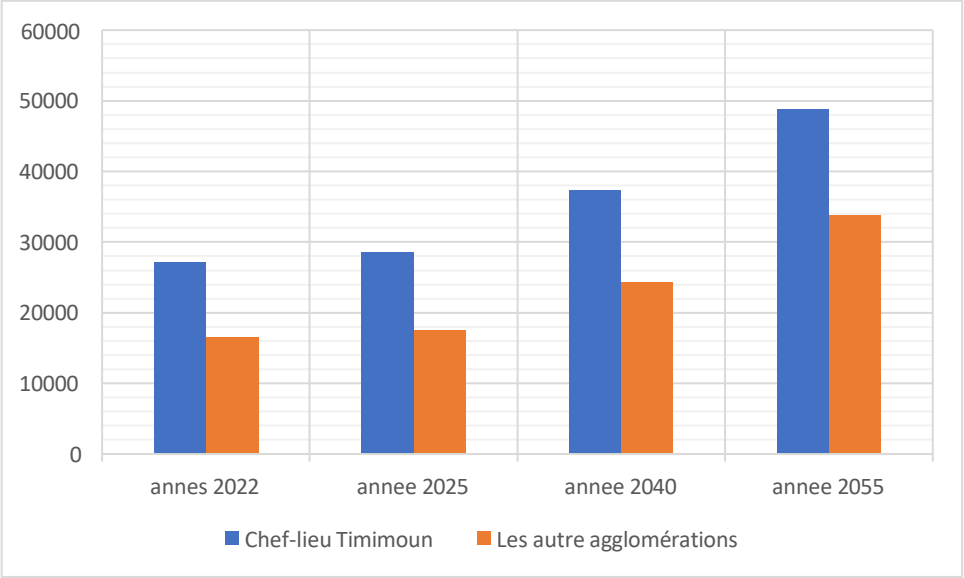


Figure II-1: Evolution de la population de la ville à différents horizons.

Dans cette mémoire fin d'étude nous nous concentrerons sur le système d'AEP du chef-lieu de la commune de Timimoun.

V.3 Estimations des besoins en eau :

V.3.1 Choix de la dotation de l'agglomération :

Le choix de la dotation en eau d'une agglomération repose sur plusieurs facteurs déterminants. D'une part, elle dépend de la densité de la population, de ses habitudes de consommation ainsi que de son niveau de confort, qui influencent directement la quantité d'eau nécessaire par habitant. Une zone urbaine densément peuplée avec un mode de vie relativement moderne nécessitera une dotation plus élevée qu'une zone rurale à faible densité. D'autre part, cette dotation doit être ajustée en fonction de la disponibilité de la ressource en eau. Dans les régions arides comme Timimoun, où l'eau provient essentiellement des nappes souterraines, il

est essentiel de trouver un équilibre entre les besoins de la population et la capacité de prélèvement durable de la ressource afin d'éviter toute surexploitation.

Tableau II- 2: Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab).

HYPOTHESE TENDANCIELLE	Région Nord					Région Hauts Plateaux					Région Sud				
HORIZON	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**
Métropoles (SPE)	170	179	187	196	204	179	187	196	205	214	196	205	215	225	235
Métropoles	144	152	160	176	192	151	160	168	185	202	166	175	184	202	221
Urbain sup	128	128	135	150	165	134	134	142	158	173	147	147	155	173	190
Urbain	112	119	126	140	154	118	125	132	147	162	129	137	145	161	177
Semi urbain	108	108	115	122	135	113	113	120	128	142	124	124	132	140	155
Semi rural	94	100	106	113	125	98	105	112	118	131	108	115	122	129	144
Rural aggloméré	81	86	92	98	104	85	91	97	103	109	93	99	106	112	119
DOTATION MOYENNE PONDEREE	**121**	**125**	**133**	**143**	**155**	**118**	**123**	**131**	**145**	**160**	**126**	**132**	**140**	**154**	**171**
Eparse	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

Source : PNE AVRIL 2010

Le tableau II.2 ci-après a été établi sur la base d'une hypothèse tendancielle, prenant en compte l'évolution probable des besoins en eau à moyen et long terme. Les valeurs retenues tiennent compte non seulement des usages domestiques, mais également d'une majoration destinée à couvrir les besoins des services publics tels que les établissements scolaires, les structures de santé, l'administration , ainsi que l'artisanat et les petites industries.

Le type d'agglomération "urbain" a été retenu en raison du nombre d'habitants de la ville de Timimoun, qui se situe entre 20 000 et 100 000, conformément aux critères de classification adoptés.

À l'aide d'Excel, nous avons pu tracer une courbe de tendance à partir des valeurs fournies par le PNE, ce qui nous a permis d'obtenir l'équation correspondante à cette tendance pour déterminer les dotations projetées :

$$\textbf{Dotp = 2,4*(année) - 4698,2} \qquad \textbf{(II.2)}$$

Avec :

Dot_p : La dotation projetée.

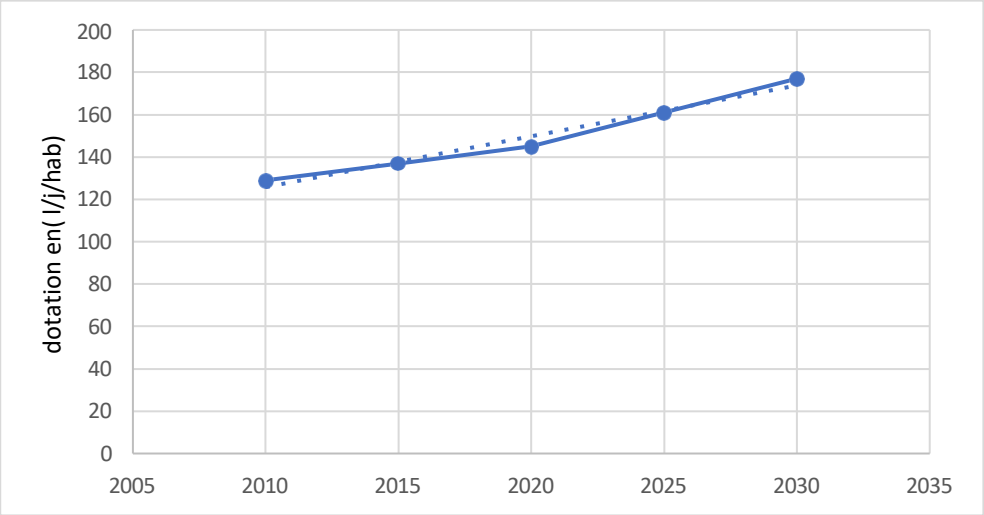


Figure II-2: Evolution des dotation dans les différents horizons.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Dotation actuelle : 161 l/j/hab.
- Dotation à moyen terme : 200 l/j/hab.
- Dotations à long terme : 235 l/j/hab.

V.3.2 Evaluation des besoins moyens :

On peut atteindre la consommation moyenne journalière de l'agglomération à travers la formule suivante:

$$Q_{moy,\,j} = D_i * N_i / 1000 \quad (m^3/j) \qquad \text{(II.3)}$$

Avec :

- $Q_{moy,\,j}$ **:** consommation moyenne journalière.
- D_i **:** dotation journalière (l/j/hab).
- N_i **:** nombre d'habitant (hab).

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II- 3: Besoins moyens journaliers brut des différents horizons.

Horizon	Population ACL Timimoun	Population Ksour	Dotation (l/j/hab)	$Q_{moy\,j}$ (m^3/j) ACL Timimoun	$Q_{moy\,j}$ (m^3/j) Ksour	$Q_{moy\,j}$ (m^3/j) Total
2025	28589	17553	161	4602,83	2826,03	7428,862
2040	37360	24329	200	7472	4865,8	12337,8
2055	48824	33720	235	11473,64	7924,2	19397,84

Et pour les besoins moyens journaliers nets, il faut introduire le rendement du réseau dans les différents horizons où on va les tirer du **PNE Avril 2010** et utilisant la formule suivant :

$$Dot_{nette} = Dot_{brute} / R \ (l/j/hab) \qquad (II.4)$$

Avec :

- **Dot_{nette}:** Dotation journalière nette.
- **Dot_{brute}:** Dotation journalière brute.
- **R :** Rendement.

Tableau II- 4: Evolutions du rendement dans les différents horizons.

Horizon	Dotation brute	Rendement (%)	Dotation nette
2025	161	65	248
2040	200	75	267
2055	235	80	294

Source : PNE AVRIL 2010

Donc on restera avec les besoins nets suivants :

Tableau II- 5: Besoins moyens journaliers nets des différents horizons.

Horizon	$Q_{moy\,j}$ (m^3/j)		Rendement (%)	$Q_{moy\,j}$ (m^3/j) Net	
	(ACL)	(Ksor)		(ACL)	(Ksor)
2025	4602,83	2826,03	65	7081,28	4347,74
2040	7472	4865,8	75	9962,67	6487,73
2055	11473,64	7924,2	80	14342,05	9905,25

V.4 Variation de la consommation journalière :

La consommation journalière en eau connaît des variations notables influencées par plusieurs facteurs. D'une part, les variations saisonnières et annuelles sont liées au niveau de vie des habitants et au degré de développement urbain, qui influencent les besoins en eau, notamment en période estivale où la demande augmente. D'autre part, la consommation varie d'un jour à l'autre, avec des pics observés certains jours de la semaine, généralement en lien avec les rythmes d'activité de la population. Enfin, la consommation d'eau fluctue au cours de la journée, suivant les habitudes quotidiennes des usagers, avec des pointes le matin et en soirée, moments les plus intenses en utilisation domestique.

V.4.1 Consommation minimale journalière :

Il s'agit de la consommation d'eau enregistrée pendant la journée la moins sollicitée de l'année. Elle est déterminée à l'aide du coefficient d'irrégularité minimum, qui correspond au rapport entre la consommation journalière minimale et la consommation journalière moyenne.

$$K_{min\ j} = Q_{min\ j} / Q_{moy\ j} \quad (m^3/j) \qquad (II.5)$$

Avec :

- **$Q_{moy.j}$:** débit moyen journalier (m3/j).
- **$Q_{min.j}$:** débit minimum journalier (m3/j).
- **$K_{min.j}$:** coefficient d'irrégularité de la consommation journalière minimum.

Coefficient d'irrégularité journalière minimum varie entre 0,7à 0,9

On prend Kmin.j =0,8

V.4.2 Consommation maximale journalier :

Il s'agit de la consommation d'eau enregistrée pendant la journée où la demande en eau est la plus importante. Elle est déterminée à l'aide du coefficient d'irrégularité maximum, il est calculé par la formule suivante:

$$K_{max\ j} = Q_{max\ j} / Q_{moy\ j} \quad (m^3/j) \qquad (II.6)$$

Avec :

- **$Q_{moy.j}$:** débit moyen journalier (m3/j).
- **$Q_{max.j}$:** débit maximum journalier (m3/j).
- **$K_{max.j}$:** coefficient d'irrégularité de la consommation journalière maximum.

Coefficient d'irrégularité journalière maximum varie entre 1.1 à 1.3.

On prend Kmax.j = 1,3.

On résume les valeurs obtenues dans le tableau suivant :

Tableau II- 6: Résumé des débits journaliers.

Horizon	$Q_{moy\ j}$ (m^3/j)		Kmin j	$Q_{min\ j}$ (m^3/j)		Kmax j	$Q_{max\ j}$ (m^3/j)	
	(ACL)	(Ksor)		(ACL)	(Ksor)		(ACL)	(Ksor)
2025	7081,28	4347,74	0,8	5665,024	3478,192	1,3	9205,664	5652,062
2040	9962,67	6487,73	0,8	7970,136	5190,184	1,3	12951,471	8434,049
2055	14342,05	9905,25	0,8	11473,64	7924,2	1,3	18644,665	12876,83

V.5 Variation de la consommation horaire :

V.5.1 Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,\,h} = Q_{max,\,j} / 24 \qquad \textbf{(II.7)}$$

Avec :

- $Q_{moy,\,h}$ **:** débit moyen horaire en (m^3/h).
- $Q_{max,\,j}$ **:** débit maximum journalier en (m^3/j).

V.5.2 Consommation maximale horaire :

Elle est exprimée par le coefficient d'irrégularité maximale horaire (*K*max h), qui reflète l'augmentation de la consommation horaire durant la journée la plus sollicitée de l'année. Ce coefficient prend en considération l'accroissement de la population, le niveau de confort des usagers, ainsi que le régime de fonctionnement des activités économiques. De manière générale, il peut être décomposé en deux composantes : αmax et βmax, selon la relation suivante :

$$K_{max\,h} = \alpha_{max} * \beta_{max} \qquad \textbf{(II.8)}$$

Avec :

- **Kmax h :** coefficient d'irrégularité maximale horaire.
- **αmax :** coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,4 et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas, il a été adopté un coefficient **: α max**=1.4.
- **βmax :** coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Le tableau suivant nous donne sa variation en fonction du nombre d'habitants :

Tableau II- 7: Variation de βmax et βmin en fonction du nombre d'habitant.

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

Source : Salah B., 2014

Et on peut obtenir les coefficients de notre projet par interpolation, on trouve:

- **ACL :**
  - Actuel 2025 : 1,2.
  - Horizon 2055 : 1,11.

Donc, on peut calculer le débit maximum horaire comme suit :

$$Q_{max\ h} = K_{max\ h} * Q_{moy\ h} \qquad \textbf{(II.9)}$$

Avec :

- **$Q_{moy\ h}$:** Débit moyen horaire en (m^3/h).
- **$K_{max\ h}$:** Coefficient d'irrégularité maximale horaire.

V.5.3 Consommation minimum horaire :

Elle est déterminée à l'aide du coefficient d'irrégularité minimale horaire (Kmin h), qui permet d'estimer le débit horaire minimum correspondant aux périodes de faible consommation. Ce coefficient est utilisé pour représenter les moments de sous-consommation au cours de la journée, généralement observés durant la nuit ou en dehors des heures d'activité. Il peut être décomposé en deux composantes : αmin et βmin, selon la relation suivante :

$$K_{min\ h} = \alpha_{min} * \beta_{min} \qquad \textbf{(II.10)}$$

Avec :

- $\boldsymbol{\alpha min}$: varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend $\boldsymbol{\alpha min}$ = 0,5
- $\boldsymbol{\beta min}$: coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Aussi, pour notre projet, on trouve par interpolation :

- **ACL :**
  - Actuel 2025 : 0,54
  - Horizon 2055 : 0,62

Et pour le calcul du débit minimum horaire :

$$Q_{min\ h} = K_{min\ h} * Q_{moy\ h} \qquad \textbf{(II.11)}$$

Avec :

- **$Q_{moy\ h}$:** Débit moyen horaire en (m^3/h).
- **$K_{min\ h}$:** Coefficient d'irrégularité minimal horaire.

Le tableau suivant résume tous les résultats de calcul des débits mentionnés précédemment de l'agglomération chef-lieu :

Tableau II- 8: Calcul des consommations moyennes, maximales et minimales horaires.

Horizon	Q_{moyh} (m^3/h)	α_{max}	β_{max}	$K_{max\ h}$	α_{min}	β_{min}	$K_{min\ h}$	$Q_{max\ h}$ (m^3/h)	$Q_{min\ h}$ (m^3/h)
2025	383,57	1,4	1,2	1,68	0,5	0,54	0,27	644,4	103,56
2055	776,86	1,4	1,11	1,55	0,5	0,62	0,31	1204,13	240,83

V.6 Régime de consommation de l'agglomération :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière et l'habitude quotidienne des habitants. Ces variations sont exprimées en pourcentage par rapport au débit maximal journalier de l'ensemble de l'agglomération.

Pour l'année 2025 nous intéressons à la tranche de population comprise entre 10 001 et 50000 habitants.

Tableau II- 9: Variation des débits horaires actuellement en 2025.

Heure	Consommation totale		Consommation cumulée	
	$Q_{max\ j}$ = 9205,664 m^3/j			
h	**%**	***m^3/h***	**%**	***m^3/h***
0-1	1,5	138,085	1,5	138,085
1-2	1,5	138,085	3	276,17
02-03	1,5	138,085	4,5	414,2549
03-04	1,5	138,085	6	552,34
04-05	2,5	230,14	8,5	782,48
05-06	3,5	322,1982	12	1104,68
06-07	4,5	414,255	16,5	1518,935
07-08	5,5	506,31	22	2025,246
08-09	6,25	575,354	28,25	2600,6
09-10	6,25	575,354	34,5	3175,954
10-11	6,25	575,354	40,75	3751,308
11-12	6,25	575,354	47	4326,662
12-13	5	460,2832	52	4786,945
13-14	5	460,2832	57	5247,228
14-15	5,5	506,31	62,5	5753,54

Heure	Consommation totale		Consommation cumulée	
	$Q_{max\,j}$ = 9205,664 m^3/j			
15-16	6	552,34	68,5	6305,88
16-17	6	552,34	74,5	6858,22
17-18	5,5	506,31	80	7364,531
18-19	5	460,2832	85	7824,814
19-20	4,5	414,255	89,5	8239,07
20-21	4	368,2266	93,5	8607,3
21-22	3	276,17	96,5	8883,466
22-23	2	184,1133	98,5	9067,58
23-24	1,5	138,085	100	9205,664
Total	**100**	**9205,664**		

On distingue de ce tableau les valeurs du débit maximum et minimum horaire :

- $Q_{max\,h}$: 575,35 m^3/h
- $Q_{min\,h}$: 138,085 m^3/h

Le tableau II-9 nous permet de établir les diagrammes suivants :

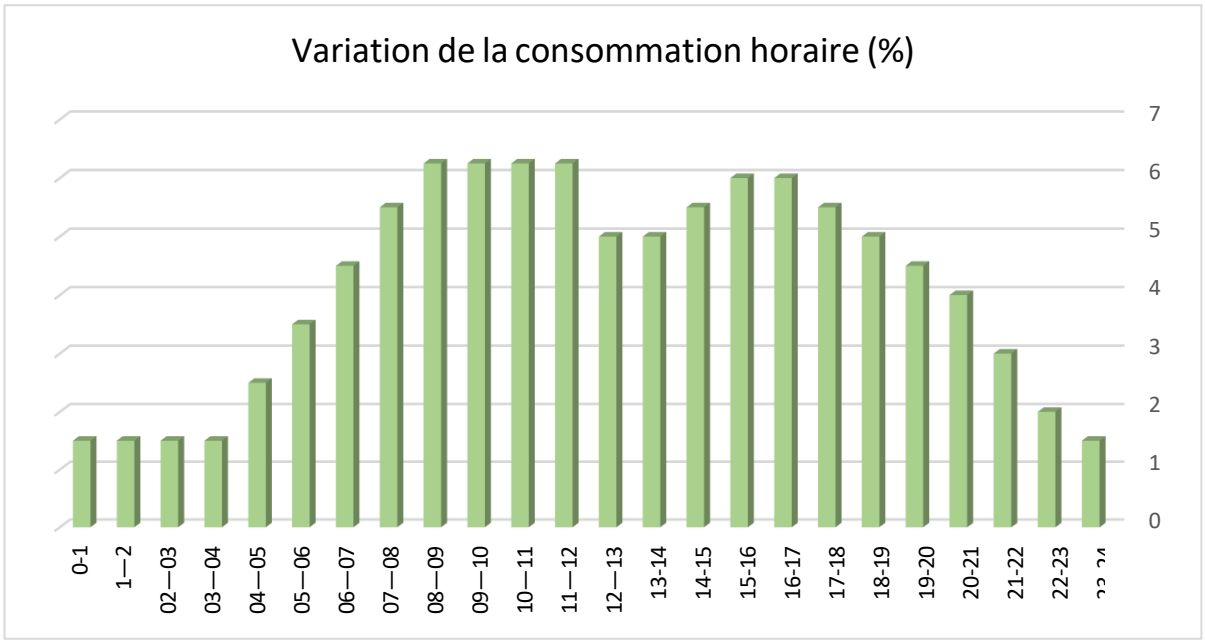


Figure II-3: Diagramme des colonnes de la variation horaire de la consommation.

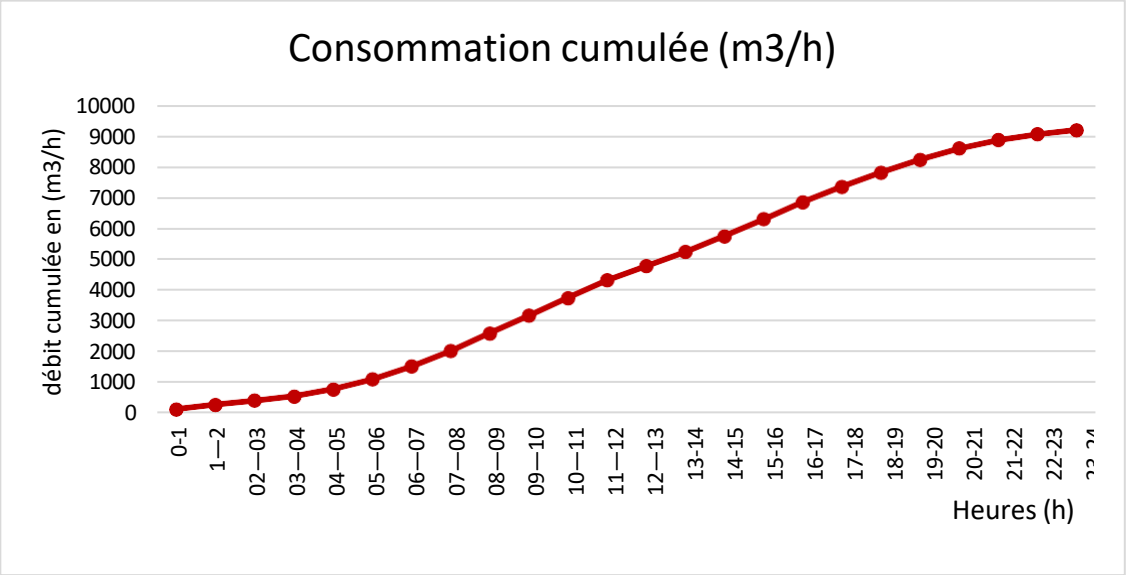


Figure II-4: Courbe de la consommation cumulée (2025).

Pour l'année 2055 nous intéressons à la tranche de population comprise entre 10 001 et 50000 habitants.

Tableau II- 10: Variation des débits horaires actuellement en 2055.

Heure	Consommation totale		Consommation cumulée	
	Q max j = 18644,665m3/j			
h	**%**	***m3/h***	**%**	***m3/h***
0-1	1,5	279,670	1,5	279,67
1-2	1,5	279,670	3	559,34
02-03	1,5	279,670	4,5	839,0099
03-04	1,5	279,670	6	1118,68
04-05	2,5	466,117	8,5	1584,797
05-06	3,5	652,563	12	2237,36
06-07	4,5	839,010	16,5	3076,37
07-08	5,5	1025,457	22	4101,826
08-09	6,25	1165,292	28,25	5267,118
09-10	6,25	1165,292	34,5	6432,409
10-11	6,25	1165,292	40,75	7597,701
11-12	6,25	1165,292	47	8762,993
12-13	5	932,233	52	9695,226
13-14	5	932,233	57	10627,46
14-15	5,5	1025,457	62,5	11652,92

Heure	Consommation totale		Consommation cumulée	
	Q max j = 18644,665m3/j			
15-16	6	1118,680	68,5	12771,6
16-17	6	1118,680	74,5	13890,28
17-18	5,5	1025,457	80	14915,73
18-19	5	932,233	85	15847,97
19-20	4,5	839,010	89,5	16686,98
20-21	4	745,787	93,5	17432,76
21-22	3	559,340	96,5	17992,1
22-23	2	372,893	98,5	18365
23-24	1,5	279,670	100	18644,67
Total	**100**	**18644,67**		

On distingue de ce tableau les valeurs du débit maximum et minimum horaire :

- $Q_{max\ h}$: 1165,292 m^3/h
- $Q_{min\ h}$: 279,67 m^3/h

Le tableau II-10 nous permet de établir le diagramme suivant :

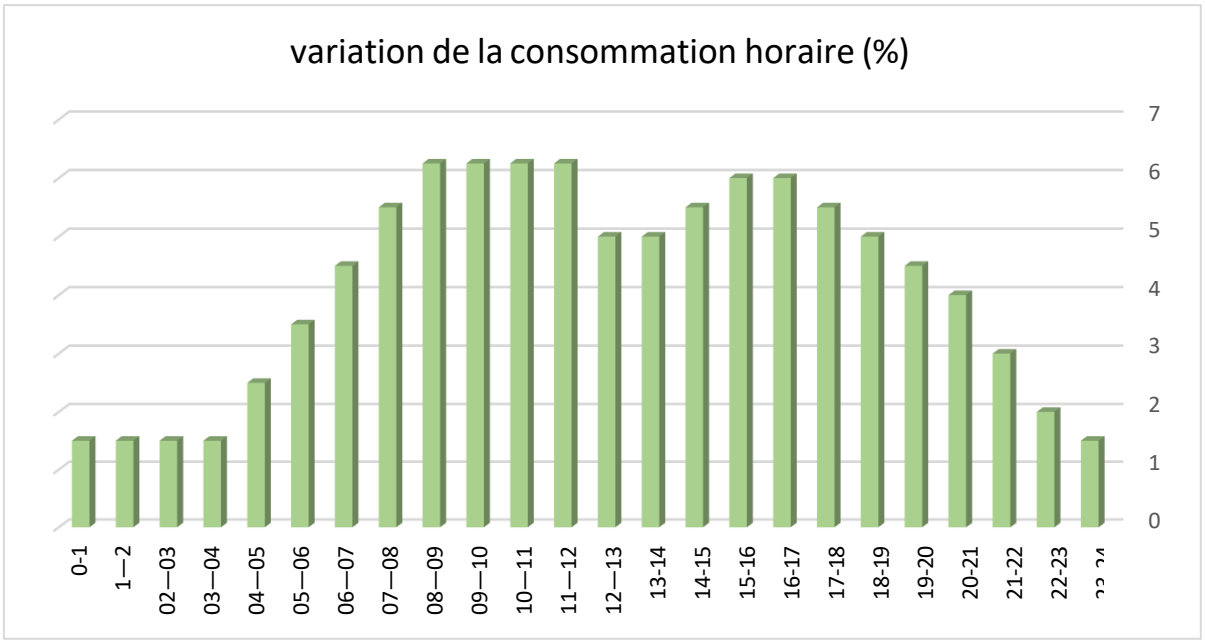


Figure II-3: Graphique de la consommation horaire (2055).

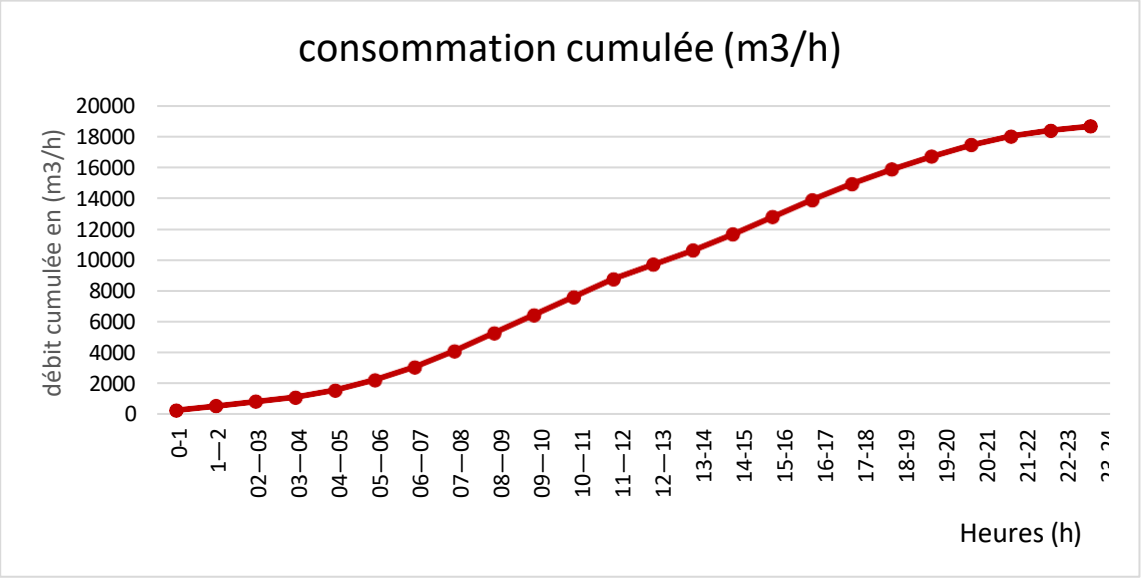


Figure II-6: Courbe de la consommation cumulée (2055).

V.7 Bilan production – demande de la zone d'étude :

Après avoir déterminé les besoins en eau potable, notamment les besoins journaliers maximaux aux différents horizons de projection, il devient essentiel d'effectuer un bilan entre la production disponible et la demande estimée. Cette étape consiste à comparer la capacité de production des ressources existantes (forages) avec les besoins futurs de la population, en considérant que la capacité de production reste constante au fil des années. L'objectif est de vérifier si la production actuelle et projetée est suffisante pour couvrir la demande, ou s'il est nécessaire de prévoir des mesures de renforcement ou d'extension du système d'AEP afin d'assurer une alimentation en eau fiable et continue à l'horizon fixé.

Par ailleurs, il est important de noter que la production issue des forages est destinée à alimenter à la fois le chef-lieu de Timimoun et les agglomérations secondaires (ksour), via un système interconnecté. Étant donné que notre étude se concentre exclusivement sur le chef-lieu, il est nécessaire de soustraire la part de la production destinée aux ksour de la production totale. Cette démarche permet de distinguer clairement la part réellement disponible pour le chef-lieu, et ainsi d'établir un bilan final précis entre la production et la demande propre à la zone étudiée.

Il convient également de préciser qu'il existe 2 autres forages dans la région des Ksour qui renforce la production totale avec un débit de 19 l/s.

Tableau II- 11: Les étapes pour distinguer la production destinée au chef-lieu.

	Demande des ksour	Production des forages existants dans les Ksour	Demande en excès	Production totale	Production destinée à l'ACL
Horizon	m^3/j	m^3/j	m^3/j	m^3/j	m^3/j
2025	4625,204	1641,6	2983,604	35280,55	32296,95
2040	7328,529	1641,6	5686,929	35280,55	29593,62
2055	11659,03	1641,6	10017,43	35280,55	25263,12

Et pour le bilan hydrique de notre zone d'étude, le tableau suivant donne les valeurs qui nous intéressent :

Tableau II- 12: Bilan hydrique de la zone d'étude.

Horizons	2025	2040	2055
La demande en eau (m^3/j)	9205,664	12951,47	18644,67
La demande en eau (l/s)	106,55	149,9	215,8
Production d'eau disponible (m^3/j)	32296,95	29593,62	25263,12
Production d'eau disponible (l/s)	373,81	342,52	292,4
Surplus (m^3/j)	23091,28	16642,15	6618,454
Surplus (l/s)	267,26	192,62	76,6

Le tableau II-12 du bilan hydrique révèle qu'actuellement, l'agglomération du chef-lieu de Timimoun ne consomme qu'environ un tiers de la production totale disponible. Cette situation peut s'expliquer principalement par la présence de nombreux branchements illicites utilisés à des fins d'irrigation, ce qui détourne une partie importante de la production initialement destinée à l'alimentation en eau potable. Bien que cette consommation apparente soit faible, elle cache une pression réelle sur la ressource, en raison de la dépendance quasi exclusive aux forages exploitant les nappes souterraines. Malgré cela, la capacité de production reste suffisante pour satisfaire les besoins jusqu'à l'horizon de notre étude, à condition de maintenir une gestion durable et rationnelle des ressources disponibles. Il est également nécessaire de

réduire l'intensité d'exploitation actuelle de la nappe afin de l'ajuster aux besoins réels de l'agglomération, et de mettre en place un programme de rotation dans le fonctionnement des forages à l'horizon futur, dans le but de limiter la surexploitation de cette ressource précieuse.

V.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons mené une analyse détaillée des besoins en eau potable de la ville de Timimoun, en tenant compte des différentes catégories de consommateurs, ainsi que des variations journalières et horaires de la consommation (minimum, moyenne et maximum). Ces données ont permis de mieux comprendre le comportement de consommation à l'échelle de l'agglomération, et de projeter les débits futurs selon différents horizons. À l'issue de cette analyse, nous avons conclu que le débit maximum journalier de l'agglomération chef-lieu est de Q = 18 644,665 m^3/j.

Par la suite, un bilan entre la production et la demande a été établi. Il en ressort que, la production en eau issue des 18 forages reste suffisante pour couvrir les besoins de la population du chef-lieu actuellement et à l'horizon de notre étude en 2055.

Dans cette optique, le chapitre suivant sera consacré au diagnostic technique du système d'AEP du chef-lieu de Timimoun, afin d'évaluer l'état réel des infrastructures et de proposer les solutions les mieux adaptées pour garantir la pérennité du service.

Chapitre III : Diagnostic du système d'AEP existant

Chapitre III

Diagnostic du système d'AEP existant

III.1 Introduction :

Dans l'étude de notre système d'AEP, il est important de passer par l'étape de diagnostic du système pour évaluer son état actuel et identifier les éventuelles insuffisances. Il repose sur deux volets complémentaires : **le diagnostic physique** et **le diagnostic hydraulique**.

III.2 Déroulement de l'étude :

Le diagnostic physique consiste à examiner l'état des infrastructures existantes, notamment les forages, les conduites et les réservoirs, afin de détecter les éventuels dysfonctionnements tels que les fuites, les dégradations des matériaux ou les pertes de charge excessives. Le diagnostic hydraulique, quant à lui, repose sur la modélisation du réseau en utilisant le logiciel WATERCAD afin d'analyser ses performances en termes de pression, de débits et de capacité à répondre aux besoins en eau, notamment en période de pointe.

L'objectif de ce diagnostic est triple :

- Identifier les insuffisances des infrastructures existantes, qu'il s'agisse des conduites, des réservoirs ou des équipements hydrauliques.
- Mettre à jour le modèle du réseau, en validant les données de terrain pour une meilleure représentation de son fonctionnement réel.
- Proposer des solutions optimales pour le remplacement, le renforcement ou l'extension du réseau, garantissant un service fiable et efficace en tout point, y compris dans les zones actuellement desservies et celles en développement à l'horizon 2055.

III.3 Diagnostic physique :

III.3.1 État physique du réseau de distribution :

D'après des investigations consistant à recueillir les informations de base sur le réseau de distribution existant de la commune de Timimoun, On a constaté que les statistiques exactes sur le réseau de distribution ne sont pas disponibles actuellement, seul le retour d'expérience de l'exploitant, et les données des plans disponibles ainsi que le diagnostic effectué sur le terrain ont été pris en considération pour avoir une idée sur l'étendue, et la composition du réseau de distribution.

Les caractéristiques des conduites du réseau de distribution sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III-1: Caractéristiques des conduites de distribution.

Matériau	Diamètre (mm)	Mètre linéaire	Pourcentage (%)
PEHD	315 - 63	23210	31,5
Amiante-Ciment	250 - 60	35703	48,45
PVC	400 - 110	14770	20,05
	Totale	73683	100

On remarque que le réseau de distribution de l'agglomération chef-lieu de Timimoun contient une quantité significative de conduites en amiante-ciment, un matériau interdit selon un décret exécutif en vigueur depuis le 9 octobre 2009.

D'après le retour d'expérience de l'exploitant après des sorties durant la période du 21 au 26 avril 2024, il est évident qu'il y a de nombreuses fuites dans le réseau et que les travaux d'entretien et de nettoyage des ouvrages, tels que les regards de vanne, sont totalement abandonnés.

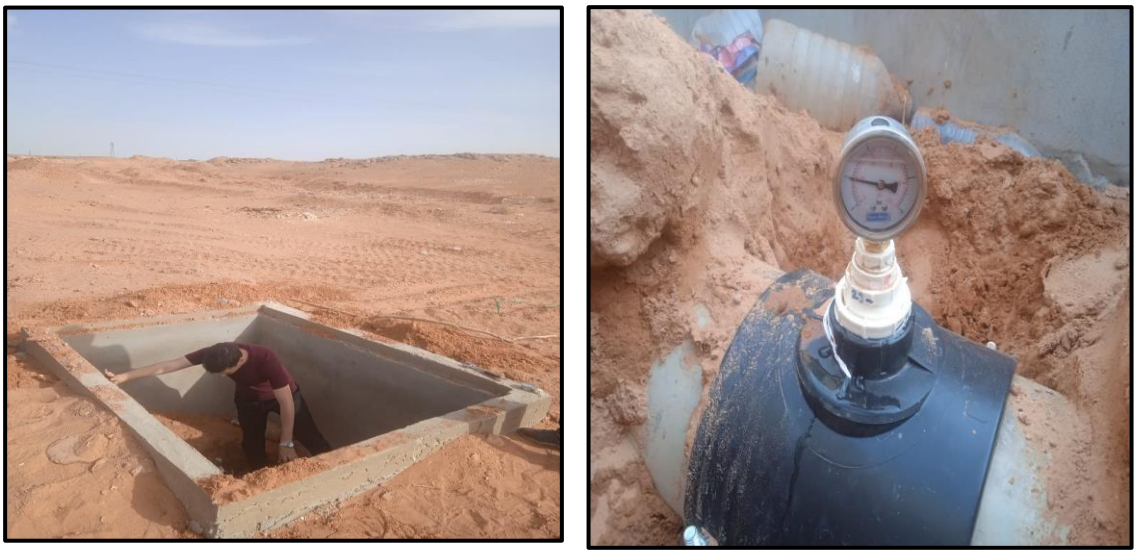


Figure III-1: une regard de vanne manque un nettoyage.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024



Figure III-2: Fuite sur une regard de vanne.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

III.3.2 Etat physique des ouvrages de stockages :

Les réservoirs jouent un rôle essentiel dans le système d'alimentation en eau potable, en assurant la régulation, le stockage et la continuité de la distribution.

On peut résumer les caractéristiques des réservoirs existants dans notre zone d'étude dans le tableau suivant :

Tableau III-2: Caractéristiques des réservoirs existant.

Réservoirs	Forme	Capacité (m3)	Rôle	Côte du radier (m)	Conduite d'arrivée	Conduite de distribution
R-Macine 1	Rectangulaire	600	Réservoir d'alimentation	323	PEHD Ø 200	PEHD Ø 250
					AC Ø 200	AC Ø 250
R-Macine 2	Cylindrique	2000		323	PEHD Ø 315	PVC Ø 400
R-Kouba 2	Cylindrique	600		321	PEHD Ø 400	PVC Ø 250
					AC Ø 200	
Kouba 1	Cylindrique	2400		321	PEHD Ø 400	PEHD Ø 315
					PEHD Ø 315	AC Ø 250
					PEHD Ø 200	
R-5	Cylindrique	600		325	PEHD Ø 200	AC Ø 250

- **Réservoir Macine 1 (600 m^3) :**



Figure III-4: Etat extérieur du réservoir Macine 1.



Figure III-3: Regard de vanne (conduite de distribution).

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

- **Réservoir Macine 2 (2000 m^3) :**



Figure III-5: Etat extérieur du réservoirs Macine 2.



Figure III-7: Conduite d'arrivée.



Figure III-6: Chambre des vannes.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

- **Réservoir Kouba 1 (2400 m^3) :**





Figure III-8: Etat extérieur du réservoir R-3.



Figure III-9: Regard de vanne manque nettoyage.

On peut résumer notre diagnostic des réservoirs à travers les observations suivantes:

- **Un bon état général de la structure extérieure en béton :** Les réservoirs présentent une structure extérieure en béton globalement bien conservée, sans fissures apparentes ni signes de détérioration majeure. Cela garantit leur capacité à stocker l'eau de manière sécurisée et à long terme. Toutefois, une surveillance régulière reste nécessaire afin de prévenir toute dégradation future pouvant affecter leur étanchéité ou leur solidité.
- **Absence d'appareils de comptage sur les conduites de distribution :** Les réservoirs ne sont pas équipés de dispositifs essentiels tels que les débitmètres et les manomètres. Cette absence empêche le suivi précis des débits d'eau distribués et rend difficile la détection des anomalies, comme les pertes d'eau ou les variations de pression. En conséquence, la gestion et l'optimisation du réseau deviennent complexes, augmentant le risque de gaspillage d'eau et de dysfonctionnements non détectés.
- **Manque flagrant d'entretien des équipements et de nettoyage des chambres de vannes :** L'absence d'un programme d'entretien régulier entraîne une dégradation progressive des équipements, pouvant affecter leur bon fonctionnement. Les dépôts de sédiments et l'encrassement des chambres de vannes compromettent la qualité de l'eau stockée et augmentent le risque de pannes des organes de régulation. À terme, cela peut entraîner des interruptions de service et une détérioration de la performance hydraulique du réseau.

Ce diagnostic met en évidence la nécessité d'améliorations ciblées pour assurer un fonctionnement optimal et durable des réservoirs.

III.3.3 Etat physique des forages existant :

Le tableau suivant résume les caractéristiques des forages désignés pour alimenter notre zone d'étude.

Tableau III-3: Caractéristiques des forages existant.

Nom du forage	Niveau		Profondeur	Mise en service	Q exp	Etat
	Statique	Dynamique	(m)		(l/s)	
	(m)	(m)				
FNCC1	26.26	32.44	150	2008	19.62	Exploité
FNCC2	18.65	34.93	135	2008	18.36	Exploité
FNCC3	21.12	44.7	140	2010	20.34	Exploité
FNCC4	21.5	40.4	135	2010	24.6	Exploité
FNCC5	22.85	31.54	105	2014	17	Exploité
FNCC7	25	53.2	122	2014	43.7	Exploité
FNCC8	25	53.2	122	2014	39.4	Exploité
F1	31.99	37.5	150	1985	19.37	Exploité
F4	40.14	54.22	150	1990	11.35	Exploité
F5	35	47.3	150	1984	28.6	Exploité
F6	34.8	54.9	130	1996	18.2	Exploité
F7	37.6	62.25	150	1996	30.7	Exploité
Fm1	37.4	43.69	150	1994	15	Exploité
Fm2	36.54	52.45	150	1997	10	Exploité
Fm3	33.44	37.27	102.7	1993	27.3	Exploité
Fm4	35.33	35,3	150	2004	29.8	Exploité
Puit aero	/	/	75	1985	20	Exploité
Puit laour	/	/	75	1996	15	Exploité

- **Forage F1 :**



Figure III-10: Conduite de refoulement du forage F1.



Figure III-11: Armoire d'électricité en mauvaise état.



Figure III-12: Vanne du conduite de refoulement.

Nous notons que ce forage a été exposé à une combustion de fils électriques et ensuite réparé.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

- **Forage F4 :**

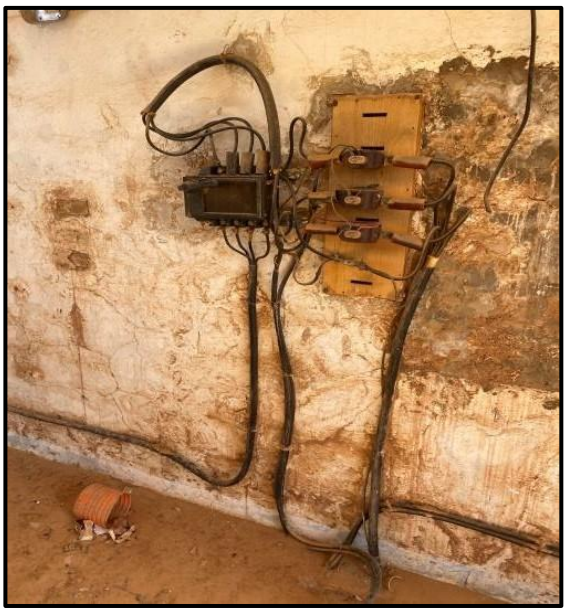


Figure III-13: Câbles d'électricité non protéger.



Figure III-14: Conduite et vanne en état très dégradé.

- **Forage F6 :**

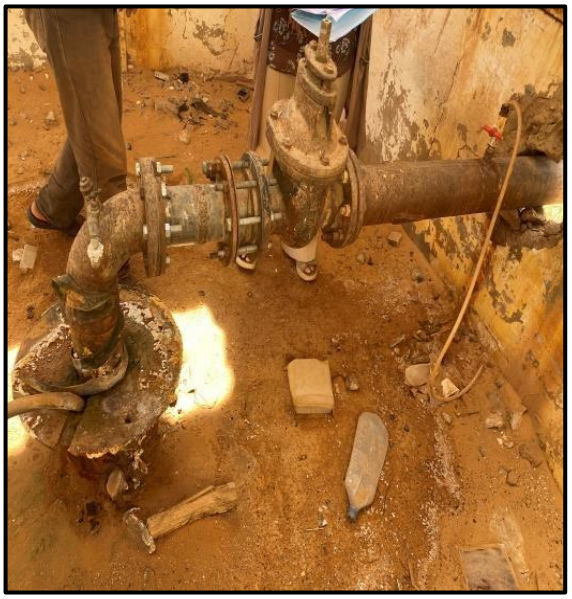


Figure III-15: Conduite de refoulement du forage F6.



Figure III-16: Câbles d'électricité au sol.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

Nous constatons depuis les **figures (III-15, III-16)** une corrosion avancée sur la conduite de refoulement, ce qui compromet son intégrité et augmente le risque de fuites. De plus, les câbles d'alimentation électrique sont laissés au sol, exposés à un risque élevé d'accident, notamment en cas de fuite d'eau ou de contact avec un agent conducteur.

- **Forage F7 :**



Figure III-17: Structure extérieur du forage F7.

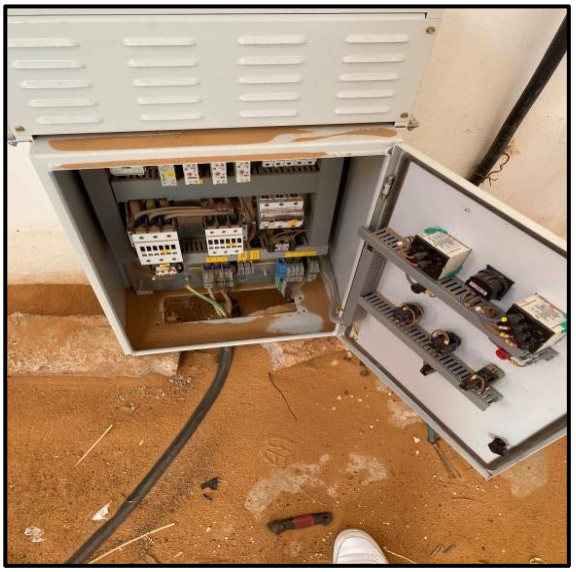


Figure III-18: Armoire d'électricité du forage F7.



Figure III-19: Une fuite sur la conduite de refoulement du forage F7.

Source : BE :HYDRO-TECH, 21-26 Avril 2024

La **figure III-19** met en évidence une fuite visible sur la conduite de refoulement du forage F7, signe d'un manque d'entretien et d'une dégradation avancée des installations.

- **Forage F Macine 1 :**

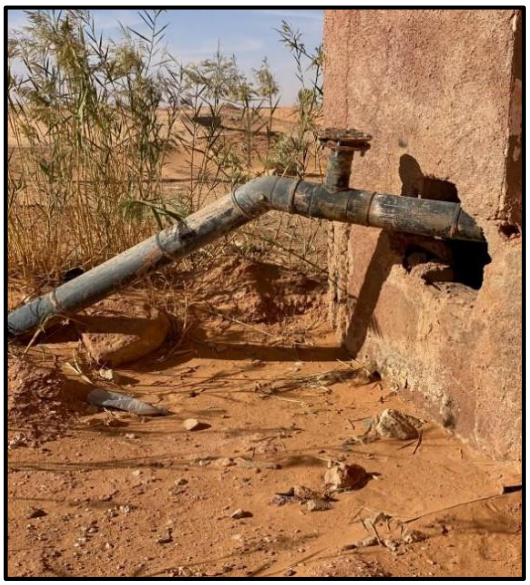


Figure III-20: Conduite de refoulement du forage Macine 1.



Figure III-21: Etat intérieur du structure du forage Macine 1.

- **Forage Macine 3 :**



Figure III-22: Conduite de refoulement avec ces accessoires du forge Macine 3.



Figure III-23: Armoire d'électricité du forage Macine 3.

- **Forage F Macine 4 :**

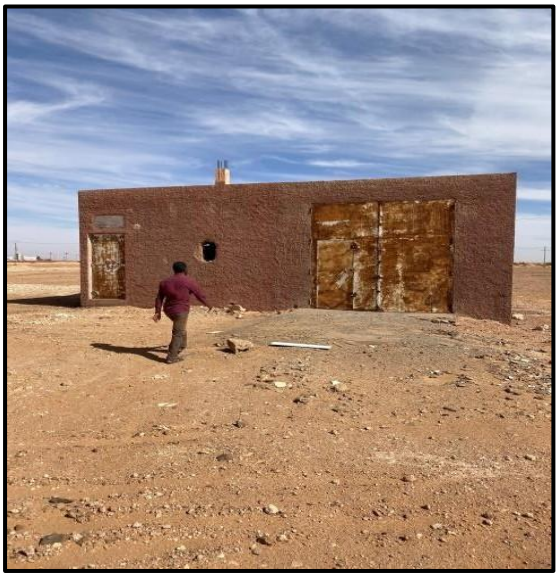


Figure III-24: Structure extérieur du forage Macine 4.



Figure III-25: Conduite de refoulement du forage Macine 4.

On peut résumer le diagnostic des forages à travers les observations suivantes :

- **Absence d'appareil de comptage sur la conduite de refoulement (débitmètre)** : L'absence de débitmètre empêche le suivi précis du volume d'eau pompé, rendant difficile l'évaluation des performances du forage et la détection d'éventuelles pertes d'eau ou baisses de rendement.
- **Conduites mal scellées** : Le mauvais scellement des conduites peut entraîner des fuites d'eau, des infiltrations de contaminants ou une baisse de pression dans le réseau, compromettant ainsi l'efficacité du système d'adduction.
- **Câbles d'alimentation électrique au sol** : Des câbles non protégés et traînant au sol présentent un risque élevé d'accidents électriques, de courts-circuits ou de détériorations dues à l'humidité et aux rongeurs, pouvant provoquer des interruptions d'alimentation des pompes.
- **Absence de groupe électrogène de secours** : Sans générateur de secours, le forage devient totalement dépendant du réseau électrique. En cas de coupure de courant, l'alimentation en eau potable est immédiatement interrompue, ce qui peut entraîner des pénuries pour la population.
- **Manque d'éclairage intérieur** : L'absence d'éclairage dans les installations rend les interventions de maintenance difficiles, augmentant les risques d'erreurs et d'accidents pour les opérateurs lors des inspections ou réparations.

- **Absence de clapet anti-retour** : L'absence de ce dispositif essentiel peut provoquer un retour d'eau dans la pompe, entraînant des risques de détérioration de l'équipement par cavitation, une perte d'efficacité du pompage.
- **Dégradation de la peinture intérieure et du revêtement** : Un revêtement intérieur détérioré favorise la corrosion des structures métalliques, réduisant la durabilité des équipements.

Ces constats soulignent la nécessité de mesures correctives pour améliorer la fiabilité et la sécurité des forages, garantissant ainsi une alimentation en eau continue et de meilleure qualité.

III.3.4 Etat physique des conduites d'adduction :

Ce paragraphe porte sur les conduites d'adduction, qui désignent toutes les conduites ne servant pas à la distribution. Il s'agit notamment des conduites de refoulement des forages, des refoulements des stations de reprise, des transferts entre deux réservoirs sans distribution intermédiaire, ainsi que des adductions gravitaires sans points de distribution en cours de trajet. On distinguera dans notre projet:

- Les adductions par refoulement, provenant d'un ou plusieurs forages vers un réservoir de tête.

  - **Fuites et casses :**

Les informations ont été recueillies auprès des services de gestion de l'eau de Timimoun (subdivision) sur les casses, et fuites réparées sur les réseaux d'adduction, ou ils affirment qu'ils ont intervenus à plusieurs reprises d'une manière partielle sur les conduites de refoulement, Malheureusement, les conduites présentent toujours des fuites, comme l'attestent les résultats du diagnostic. De plus, cette adduction comporte encore des tronçons en amiante-ciment, un matériau désormais interdit, qu'il est impératif de remplacer pour garantir la sécurité et la conformité du réseau.

Etant donné que les statistiques des fuites et casses sur les adductions ne sont pas disponibles actuellement, seul le retour d'expérience de l'exploitant, et les résultats du diagnostic ont été pris en considération pour l'instant pour avoir une idée sur l'état du réseau.

III.4 Recommandations générale :

Suite au diagnostic établi, plusieurs actions sont recommandées pour améliorer la fiabilité et la performance du système d'AEP :

Remplacement des conduites en amiante-ciment : Étant interdites depuis 2009, ces conduites doivent être progressivement remplacées par des matériaux conformes comme le PEHD pour garantir la sécurité sanitaire et réduire le risque de dégradation du réseau.

Mise en place d'un programme d'entretien et de maintenance : Un entretien régulier des ouvrages (réservoirs, regards de vanne, conduites) est essentiel pour éviter les dysfonctionnements, prolonger la durée de vie des infrastructures et améliorer la qualité de l'eau distribuée.

Installation d'appareils de comptage et de contrôle : L'ajout de débitmètres et de manomètres sur les conduites de distribution et de refoulement permettrait un suivi précis des débits, facilitant ainsi la détection des fuites et l'optimisation de l'exploitation du réseau.

Amélioration des infrastructures des forages :

- Installer des clapets anti-retour pour éviter les détériorations des pompes.
- Assurer un bon scellement des conduites pour prévenir les fuites et les contaminations.
- Sécuriser les câbles électriques en les fixant correctement à une hauteur suffisante pour réduire les risques d'accidents.
- Ajouter un groupe électrogène de secours afin d'assurer la continuité du pompage en cas de coupure de courant.
- Mettre en place un éclairage intérieur adéquat pour améliorer les conditions de maintenance.
- Rénover le revêtement intérieur des ouvrages pour prévenir la corrosion.

Ces recommandations visent à garantir un service de distribution d'eau potable fiable, sécurisé et efficace pour les habitants de Timimoun.

III.5 Diagnostic hydraulique :

Dans le cadre de ce diagnostic hydraulique, nous avons utilisé le logiciel WaterCAD afin de simuler le comportement du réseau. La méthodologie repose sur la modélisation du système en éléments de base, à savoir les nœuds et les conduites, en tenant compte de leurs caractéristiques physiques : cotes de terrain, diamètre, longueur et matériau. Cette approche permet d'analyser précisément le fonctionnement hydraulique du réseau et d'identifier les éventuelles insuffisances. L'analyse portera à la fois sur le fonctionnement actuel du réseau et sur son comportement à l'horizon de notre étude.

L'objectif principal de ce diagnostic est de vérifier si le réseau est capable de maintenir une pression minimale de 1 bar (soit 10 mCE) en tout point du réseau, aussi bien dans les conditions actuelles qu'à l'horizon de l'étude et dans tous les cas de fonctionnement.

III.5.1 Détermination des débits de calcul :

Le réseau de distribution de la commune de Timimoun est de type ramifié, avec la présence de quelques petites mailles locales. Dans ce diagnostic hydraulique, nous allons analyser deux situations critiques : le **cas de pointe** et le **cas de pointe + incendie**. Pour pouvoir simuler ces scénarios, il est nécessaire de déterminer au préalable les débits caractéristiques correspondants, notamment le débit de pointe, le débit spécifique, les débits nodaux, les débits en route, ainsi que le débit d'incendie appliqué au nœud le plus défavorable.

- **Débit de pointe :**

$$Q_P = Q\text{max } h = \sum Qr + \sum Qconc \qquad \textbf{(III.1)}$$

Avec :

Qmax h: débit consommé (l/s)

$\sum Qr$: débit en route globale (l/s).

$Qcons$: Débit concentré (l/s).

Qp : Débit de pointe (l/s).

- **Débit spécifique :**

Le débit spécifique est le rapport entre le débit en route globale et la somme des longueurs des tronçons où s'effectue la distribution. Il représente également le débit transité par mètre linéaire de conduite par seconde, et s'exprime généralement en L/s/ml.

$$qsp = \frac{\sum Qr}{\sum Li} \textbf{ (l/s/ml)} \qquad \textbf{(III.2)}$$

Avec :

qsp: le débit spécifique (l/s/ml).

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

$\sum Qr$: le débit en route globale (l/s).

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

$$Qr = qsp \times \sum Li \textbf{ (l/s)} \qquad \textbf{(III.3)}$$

Avec :

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

qsp: Débit spécifique (l/s/ml).

Li: la longueur du tronçon (m).

- **Débit aux nœuds :**

$$Q_{n.i} = 0{,}5 \sum Q_{ri} + Q_{conc\,i} \text{ (l/s)} \qquad \textbf{(III.4)}$$

Qn i : débit au nœud i (l/s).

Σ Qr_i : somme des débits route des tronçons reliés au nœud i.

$Qconc_i$: débits concentrés au nœud i.

- **Débit d'incendie :**

On prend le débit d'incendie 17 L/s, équivalent à 60 m³/h pendant une durée de 2 heures, défini comme le volume d'eau nécessaire pour éteindre un incendie d'importance moyenne, selon les recommandations généralement admises pour les réseaux urbains.

III.5.2 Simulation hydraulique d'horizon actuel (2025) :

- **Cas de pointe :**

$$Q_P = Q\max h = 575{,}35 \text{ m}^3/\text{h} = 159{,}82 \text{ l/s}$$

Ensuite on peut calculer le débit spécifique.

$$qsp = \frac{159{,}82}{73683} = 0{,}00217 \text{ l/s/ml}$$

En utilisant le logiciel WaterCAD, le calcul des débits en route et des débits nodaux est effectué automatiquement. Les tableaux suivants présentent un résumé des résultats obtenus à partir de la simulation hydraulique.

- **Etat des nœuds du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-4: Charges et pressions dans le réseau existant (2025) en cas de pointe.

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n1	292,80	0,1	307,79	14,99
Noeud n2	291,49	0,11	307,62	16,12
Noeud n3	291,70	0,54	307,79	16,09
Noeud n4	290,88	0,4	307,62	16,74
Noeud n5	292,15	0,1	308,22	16,07
Noeud n6	290,40	0,11	307,62	17,21

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n7	291,48	0,5	308,22	16,75
Noeud n8	290,03	0,15	307,78	17,75
Noeud n9	295,51	0,53	310,67	15,17
Noeud n10	293,91	0,68	310,66	16,75
Noeud n11	295,20	0,59	311,22	16,02
Noeud n12	293,31	0,08	310,64	17,33
Noeud n13	293,28	0,79	310,65	17,37
Noeud n14	295,11	0,68	311,94	16,83
Noeud n15	290,82	0,05	310,24	19,42
Noeud n16	290,70	0,57	310,24	19,54
Noeud n17	290,39	0,19	310,22	19,83
Noeud n18	290,42	0,1	310,24	19,82
Noeud n19	298,37	0,71	313,71	15,34
Noeud n20	297,17	0,25	313,66	16,48
Noeud n21	291,66	0,44	311,7	20,03
Noeud n22	291,52	0,08	311,7	20,18
Noeud n23	296,52	0,69	313,7	17,19
Noeud n24	304,75	5,02	318,42	13,67
Noeud n25	297,20	0,29	316,27	19,07

- **Etat des conduites du réseau (cas de pointe):**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-5: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2025) cas de pointe.

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-5,49	1,76	60,12
Tuyau p2	92,32	63	-4,9	1,57	48,44
Tuyau p3	79,65	63	3,9	1,25	31,21
Tuyau p4	287,51	63	-3,54	1,14	25,89
Tuyau p5	100,69	63	-2,88	0,92	17,52
Tuyau p6	303,31	110	8,56	0,9	8,27
Tuyau p7	39,39	63	-2,59	0,83	14,28
Tuyau p8	1086,64	176,2	16,96	0,7	2,4
Tuyau p9	513	125	7,82	0,64	3,66
Tuyau p10	275,46	63	-2,01	0,64	8,83

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p11	1794,21	250	29,32	0,6	1,38
Tuyau p12	333	147,6	9,75	0,57	2,11
Tuyau p13	198,20	63	-1,69	0,54	6,39
Tuyau p14	1255,31	141	7,82	0,5	1,74
Tuyau p15	340,14	125	6,4	0,52	2,52
Tuyau p16	193,70	110	4,6	0,48	2,56
Tuyau p17	2200	277,6	28,27	0,47	0,68
Tuyau p18	470,45	230,8	18,7	0,45	0,79
Tuyau p19	94,18	63	-1,41	0,45	4,59
Tuyau p20	251,80	125	-5,4	0,44	1,84
Tuyau p21	306,30	125	5,19	0,42	1,7
Tuyau p22	443,80	150	-7,61	0,43	1,4
Tuyau p23	1508,50	369,4	-49,68	0,46	0,48
Tuyau p24	457,81	230,8	16,62	0,4	0,64
Tuyau p25	29,75	150	7,09	0,4	1,23
Tuyau p26	871,70	277,6	22,58	0,37	0,45
Tuyau p27	1333	141	6,53	0,42	1,27
Tuyau p28	409,80	369,4	-42,87	0,4	0,37
Tuyau p29	602,36	176,2	9,45	0,39	0,84
Tuyau p30	1646	81,4	1,79	0,34	1,78

Afin de mieux visualiser les résultats présentés dans les tableaux précédents, les graphiques correspondants ont été regroupés dans **l'Annexe 3**, offrant une lecture plus claire et synthétique des pressions et des vitesses observées dans le réseau.

- **Remarque :**

À la lecture des tableaux relatifs à l'état des nœuds et à l'état des conduites, on remarque que les pressions enregistrées dans le réseau existant, en situation de consommation pointe, sont globalement suffisantes dans l'ensemble des zones de l'agglomération étudiée. En revanche, les vitesses d'écoulement observées sont majoritairement inférieures à la norme minimale recommandée de 0,5 m/s. Cette situation suggère que les diamètres des conduites sont probablement surdimensionnés, ce qui favorise les dépôts dans les canalisations et dégrade la qualité de l'eau en raison de stagnation.

- **Cas de pointe + incendie :**

Le débit de pointe + incendie est obtenu en ajoutant le débit comme un débit concentré appliqué au nœud le plus défavorable du réseau, afin de simuler les conditions d'un incendie en période de forte consommation. Dans notre cas, on a choisi le **nœud (n1)** car il présente la pression la plus faible dans le cas de pointe.

$$\sum Qr + \text{Qcon} = QP = Q\text{max}\,h = 636{,}55\ \text{m}^3/\text{h} = 176{,}82\ \text{l/s}$$

Et pour le débit spécifique :

$$qsp = \frac{Qp - Qcon}{\sum Li} \quad \frac{159{,}82}{73683} = 0{,}00217\ \text{l/s/ml}$$

Le débit spécifique du cas de pointe + incendie est le même que le cas de pointe.

- **Etat des nœuds du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-6: charges et pressions dans le réseau existant (2025) en cas de pointe+ incendie.

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n1	292,80	17,10	Valeur négatif	Valeur négatif
Noeud n29	296,97	0,52	316,48	19,51
Noeud n30	296,92	0,30	316,47	19,55
Noeud n31	296,21	0,39	316,18	19,97
Noeud n32	298,39	0,21	293,79	-4,60
Noeud n33	296,00	0,63	316,17	20,17
Noeud n34	299,93	2,05	317,95	18,02
Noeud n35	300,75	0,95	318,36	17,61
Noeud n36	295,29	0,72	316,18	20,89
Noeud n37	295,32	1,29	316,21	20,89
Noeud n38	295,89	0,45	316,47	20,57
Noeud n39	295,87	0,04	316,47	20,60
Noeud n40	295,12	0,09	316,18	21,06
Noeud n41	295,65	0,37	316,47	20,82
Noeud n42	297,13	0,37	293,82	-3,31
Noeud n43	294,79	0,58	316,18	21,39
Noeud n44	306,76	1,23	321,92	15,16
Noeud n45	294,19	0,36	316,17	21,98

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n46	294,24	0,58	316,21	21,96
Noeud n47	294,06	0,76	316,18	22,12
Noeud n48	297,31	0,14	317,56	20,24
Noeud n49	294,63	0,96	316,48	21,85
Noeud n50	299,08	0,38	318,34	19,26
Noeud n51	294,47	0,51	316,52	22,05
Noeud n52	293,54	0,19	316,17	22,63
Noeud n53	293,52	1,06	316,19	22,67
Noeud n54	296,41	1,21	317,51	21,11
Noeud n55	296,33	0,62	317,51	21,17

- **Etat des conduites du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-7: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2025) cas de pointe+ incendie.

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-15,52	4,98	458,01
Tuyau p2	92,32	63	-14,94	4,79	424,88
Tuyau p3	79,65	63	14,94	4,79	425,1
Tuyau p4	287,51	63	-10,51	3,37	213,07
Tuyau p5	100,69	63	-8,85	2,84	152,16
Tuyau p6	303,31	110	8,56	0,9	8,27
Tuyau p7	39,39	63	-11,41	3,66	250,19
Tuyau p8	1086,64	176,2	16,37	0,67	2,25
Tuyau p9	513	125	7,92	0,65	3,75
Tuyau p10	275,46	63	-19,01	6,1	683,28
Tuyau p11	1794,21	250	29,71	0,61	1,41
Tuyau p12	333	147,6	26,75	1,56	13,27
Tuyau p13	198,20	63	-7,65	2,45	114,62
Tuyau p14	1255,31	141	7,92	0,51	1,78
Tuyau p15	340,14	125	6,35	0,52	2,48
Tuyau p16	193,70	110	4,6	0,48	2,56
Tuyau p17	2200	277,6	28,37	0,47	0,68
Tuyau p18	470,45	230,8	19,09	0,46	0,82

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p19	94,18	63	-18,41	5,91	641,8
Tuyau p20	251,80	125	-5,4	0,44	1,84
Tuyau p21	306,30	125	5,27	0,43	1,75
Tuyau p22	443,80	150	-7,58	0,43	1,39
Tuyau p23	1508,50	369,4	-61,83	0,58	0,71
Tuyau p24	457,81	230,8	17,01	0,41	0,67
Tuyau p25	29,75	150	7,06	0,4	1,22
Tuyau p26	871,70	277,6	22,97	0,38	0,47
Tuyau p27	1333	141	5,94	0,38	1,07
Tuyau p28	409,80	369,4	-55,03	0,51	0,58
Tuyau p29	602,36	176,2	8,86	0,36	0,75
Tuyau p30	1646	81,4	1,79	0,34	1,78
Tuyau p31	316,70	230,8	31,41	0,75	2,03
Tuyau p32	186,30	176,2	8,25	0,34	0,66
Tuyau p33	727,40	369,4	-53,79	0,5	0,56
Tuyau p34	3228	250	16,29	0,33	0,46
Tuyau p35	336,95	110	3,06	0,32	1,21

Les graphiques présentés en **Annexe 3** illustrent la distribution des pressions et des vitesses dans le réseau pour le scénario de pointe avec incendie à l'horizon actuel (2025). Ces résultats permettent d'évaluer le comportement du réseau en situation critique combinant consommation maximale et intervention d'urgence.

- **Remarque :**

D'après l'analyse des tableaux relatifs à l'état des nœuds et à l'état des conduites dans le cas de pointe combiné à un incendie, on observe que les pressions au voisinage du nœud d'incendie subissent une chute importante, Une telle chute de pression peut, dans certains cas, provoquer des implosions au niveau des conduites, en particulier celles déjà fragilisées, ce qui peut entraîner à terme des fissurations et des fuites importantes. Concernant les vitesses d'écoulement, certaines conduites atteignent des valeurs supérieures aux normes maximales recommandées, avec des vitesses allant jusqu'à 5 m/s voire 6 m/s , ce qui peut engendrer une érosion sur les parois de la conduite. Toutefois, la majorité des conduites présentent encore des vitesses inférieures à la seuil minimale, traduisant une sous-utilisation du réseau.

III.5.3 Simulation hydraulique d'horizon moyen terme (2040) :

- **Cas de pointe :**

Les résultats obtenus pour les différents types de débits calculés sont présentés ci-après :

$$Q_P = Q\max h = 809{,}47 \text{m}^3/\text{h} = 224{,}85 \text{ l/s}$$

Et le débit spécifique :

$$qsp = \frac{Qp - Qcon}{\sum Li} \quad \frac{224{,}85}{73683} = 0{,}00305 \text{ l/s/ml}$$

- **Etat des nœuds du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-8: Charges et pressions dans le réseau existant (2040) en cas de pointe.

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n1	292,80	0,15	294,17	1,37
Noeud n2	291,49	0,15	293,85	2,35
Noeud n3	291,70	0,75	294,17	2,48
Noeud n4	290,88	0,57	293,85	2,97
Noeud n5	292,15	0,14	294,99	2,84
Noeud n6	290,40	0,16	293,85	3,44
Noeud n7	291,48	0,7	294,99	3,51
Noeud n8	290,03	0,21	294,15	4,12
Noeud n9	295,51	0,74	299,65	4,14
Noeud n10	293,91	0,96	299,62	5,71
Noeud n11	295,20	0,82	300,68	5,49
Noeud n12	293,31	0,11	299,59	6,28
Noeud n13	293,28	1,11	299,59	6,32
Noeud n14	295,11	0,96	302,06	6,96
Noeud n15	290,82	0,08	298,84	8,02
Noeud n16	290,70	0,81	298,84	8,14
Noeud n17	290,39	0,27	298,8	8,41
Noeud n18	290,42	0,14	298,84	8,42
Noeud n19	298,37	1	305,46	7,09
Noeud n20	297,17	0,36	305,37	8,2
Noeud n21	291,66	0,61	301,62	9,96
Noeud n22	291,52	0,11	301,62	10,1
Noeud n23	296,52	0,98	305,46	8,94

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n24	304,75	7,06	316,02	11,27
Noeud n25	297,20	0,41	311,94	14,74
Noeud n26	301,06	1,36	315,16	14,09
Noeud n27	296,73	0,56	311,94	15,21
Noeud n28	309,41	7,4	322,09	12,68
Noeud n29	296,97	0,73	312,5	15,53
Noeud n30	296,92	0,43	312,49	15,57
Noeud n31	296,21	0,55	311,95	15,74
Noeud n32	298,39	0,3	314,04	15,64
Noeud n33	296,00	0,89	311,94	15,93

- **Etat des conduites dans le réseaux :**

Le reste des résultats se trouve dans **(l'Annexe 1).**

Tableau III-9: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2040) cas de pointe.

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-7,7	2,47	116,23
Tuyau p2	92,32	63	-6,89	2,21	93,48
Tuyau p3	79,65	63	5,48	1,76	59,99
Tuyau p4	287,51	63	-4,99	1,6	49,99
Tuyau p5	100,69	63	-4,06	1,3	33,72
Tuyau p6	303,31	110	12,04	1,27	15,87
Tuyau p7	39,39	63	-3,62	1,16	27,03
Tuyau p8	1086,64	176,2	22,68	0,93	4,04
Tuyau p9	513	125	11,2	0,91	7,23
Tuyau p10	275,46	63	-2,82	0,9	16,81
Tuyau p11	1794,21	250	41,93	0,85	2,71
Tuyau p12	333	147,6	13,71	0,8	3,92
Tuyau p13	198,20	63	-2,38	0,76	12,19
Tuyau p14	1255,31	141	11,27	0,72	3,35
Tuyau p15	340,14	125	8,89	0,72	4,67
Tuyau p16	193,70	110	6,46	0,68	4,86
Tuyau p17	2200	277,6	39,96	0,66	1,26
Tuyau p18	470,45	230,8	27	0,65	1,54

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p19	94,18	63	-1,99	0,64	8,67
Tuyau p20	251,80	125	-7,6	0,62	3,47
Tuyau p21	306,30	125	7,48	0,61	3,37
Tuyau p22	443,80	150	-10,63	0,6	2,62
Tuyau p23	1508,50	369,4	63,95	0,6	0,76
Tuyau p24	457,81	230,8	24,07	0,58	1,25
Tuyau p25	29,75	150	9,91	0,56	2,3
Tuyau p26	871,70	277,6	32,45	0,54	0,87
Tuyau p27	1333	141	8,01	0,51	1,82
Tuyau p28	409,80	369,4	54,39	0,51	0,57
Tuyau p29	602,36	176,2	12,11	0,5	1,31
Tuyau p30	1646	81,4	2,51	0,48	3,26
Tuyau p31	316,70	230,8	21,52	0,51	1,02
Tuyau p32	186,30	176,2	11,61	0,48	1,21
Tuyau p33	727,40	369,4	52,65	0,49	0,53
Tuyau p34	3228	250	23,04	0,47	0,88
Tuyau p35	336,95	110	4,3	0,45	2,27

Les graphiques présentés en **Annexe 3** illustrent la distribution des pressions et des vitesses dans le réseau pour le scénario de pointe à l'horizon moyen terme (2040). Ces résultats permettent d'apprécier les performances du réseau en situation de forte demande.

- **Remarque :**

L'analyse des tableaux des pressions et des vitesses du réseau existant à l'horizon moyen terme (2040) met en évidence certaines insuffisances. En effet, une zone spécifique du réseau présente des pressions au niveau des nœuds inférieures à 1 bar, ce qui est en dessous du seuil requis pour assurer un service satisfaisant. Concernant les vitesses d'écoulement, quelques tronçons répartis sur l'ensemble du réseau atteignent des vitesses supérieures à 0,5 m/s, ce qui est conforme aux recommandations. Cependant, la majorité des conduites restent en dessous de cette valeur, indiquant des vitesses insuffisantes pour garantir un bon fonctionnement hydraulique et une qualité d'eau optimale.

- **Cas de pointe + incendie :**

Les résultats obtenus pour les différents types de débits calculés sont présentés ci-après :

$$QP = Q\max h = 870{,}67\ \mathrm{m^3/h} = 241{,}85\ \mathrm{l/s}$$

Et pour le débit spécifique c'est le mem que le cas de pointe :

$$qsp = \frac{Qp-Qcon}{\sum Li} \frac{224,85}{73683} = 0,00305 \text{ l/s/ml}$$

- **Etat des nœuds du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 1.**

Tableau III-10: Charges et pressions dans le réseau existant (2040) en cas de pointe+ incendie.

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n1	292,80	17,15	Valeur négatif	Valeur négatif
Noeud n25	297,20	0,41	311,82	14,63
Noeud n26	301,06	1,36	314,68	13,62
Noeud n27	296,73	0,56	311,83	15,1
Noeud n28	309,41	7,4	321,7	12,28
Noeud n29	296,97	0,73	312,38	15,41
Noeud n30	296,92	0,43	312,37	15,45
Noeud n31	296,21	0,55	311,84	15,63
Noeud n32	298,39	0,3	284,91	-13,48
Noeud n33	296,00	0,89	311,83	15,82
Noeud n34	299,93	2,88	315,18	15,25
Noeud n35	300,75	1,34	315,95	15,2
Noeud n36	295,29	1,01	311,83	16,54
Noeud n37	295,32	1,81	311,89	16,56
Noeud n38	295,89	0,64	312,37	16,48
Noeud n39	295,87	0,05	312,37	16,5
Noeud n40	295,12	0,12	311,83	16,71
Noeud n41	295,65	0,52	312,37	16,72
Noeud n42	297,13	0,52	284,96	-12,17
Noeud n43	294,79	0,81	311,85	17,05
Noeud n44	306,76	1,74	321,37	14,61
Noeud n45	294,19	0,5	311,83	17,64
Noeud n46	294,24	0,82	311,88	17,64
Noeud n47	294,06	1,06	311,83	17,77
Noeud n48	297,31	0,2	314,42	17,1
Noeud n49	294,63	1,35	312,39	17,76

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	m.c.e
Noeud n50	299,08	0,54	315,92	16,84
Noeud n51	294,47	0,72	312,46	17,99
Noeud n52	293,54	0,26	311,83	18,28
Noeud n53	293,52	1,49	311,85	18,34
Noeud n54	296,41	1,7	314,38	17,97
Noeud n55	296,33	0,87	314,36	18,03
Noeud n56	292,83	1,69	311,84	19
Noeud n57	292,89	0,32	311,91	19,02

- **Etat des conduites du réseau :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 1**.

Tableau III-11: Vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (2040) cas de pointe+ incendie.

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-17,73	5,69	595,61
Tuyau p2	92,32	63	-16,91	5,43	542,75
Tuyau p3	79,65	63	16,49	5,29	516,36
Tuyau p4	287,51	63	-11,96	3,84	274,67
Tuyau p5	100,69	63	-10,05	3,22	195,33
Tuyau p6	303,31	110	12,04	1,27	15,87
Tuyau p7	39,39	63	-12,38	3,97	293,93
Tuyau p8	1086,64	176,2	22,14	0,91	3,87
Tuyau p9	513	125	11,29	0,92	7,35
Tuyau p10	275,46	63	-19,82	6,36	742,32
Tuyau p11	1794,21	250	42,28	0,86	2,76
Tuyau p12	333	147,6	30,71	1,79	17,12
Tuyau p13	198,20	63	-8,37	2,68	136,57
Tuyau p14	1255,31	141	11,36	0,73	3,4
Tuyau p15	340,14	125	8,85	0,72	4,63
Tuyau p16	193,70	110	6,46	0,68	4,86
Tuyau p17	2200	277,6	40,06	0,66	1,27
Tuyau p18	470,45	230,8	27,34	0,65	1,58
Tuyau p19	94,18	63	-18,99	6,09	681,86
Tuyau p20	251,80	125	-7,6	0,62	3,47

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p21	306,30	125	7,54	0,61	3,43
Tuyau p22	443,80	150	-10,61	0,6	2,61
Tuyau p23	1508,50	369,4	75,28	0,7	1,02
Tuyau p24	457,81	230,8	24,42	0,58	1,28
Tuyau p25	29,75	150	9,88	0,56	2,29
Tuyau p26	871,70	277,6	32,8	0,54	0,89
Tuyau p27	1333	141	7,47	0,48	1,61
Tuyau p28	409,80	369,4	65,71	0,61	0,8
Tuyau p29	602,36	176,2	11,58	0,47	1,21
Tuyau p30	1646	81,4	2,51	0,48	3,26
Tuyau p31	316,70	230,8	33,38	0,8	2,27
Tuyau p32	186,30	176,2	11,62	0,48	1,22
Tuyau p33	727,40	369,4	63,98	0,6	0,76
Tuyau p34	3228	250	23,14	0,47	0,88
Tuyau p35	336,95	110	4,3	0,45	2,27

Les graphiques présentés en **(Annexe 3)** illustrent la répartition des pressions et des vitesses dans le réseau pour le scénario de pointe combinée à un incendie à l'horizon moyen terme (2040). Ces résultats permettent d'évaluer le comportement du réseau dans une situation critique.

- **Remarque :**

Comme nous l'avions anticipé, la zone identifiée précédemment pour ses pressions faibles a subi une chute de pression importante dans le scénario de pointe combiné à un incendie. Cela constitue une preuve que le réseau actuel ne peut pas supporter un cas d'incendie dans cette région, risquant de compromettre l'efficacité de l'intervention.

Concernant les vitesses d'écoulement, on observe une augmentation significative dans la zone de l'incendie, où certaines conduites atteignent des vitesses allant jusqu'à 6 m/s, dépassant largement les normes maximales recommandées. En revanche, le reste du réseau maintien des vitesses faibles, souvent inférieures à 0,5 m/s, ce qui reste insuffisant pour assurer un bon fonctionnement hydraulique et une qualité d'eau satisfaisante.

III.5.4 Bilan de stockage de la zone d'étude :

Les ouvrages de stockage jouent un rôle essentiel dans un réseau d'alimentation en eau potable (AEP), en assurant la régulation des débits, la gestion des pointes de consommation, et en constituant une réserve de sécurité en cas de coupure ou de situation d'urgence, comme un incendie. Dans le cadre d'un diagnostic complet, il est indispensable de calculer la capacité de stockage nécessaire pour répondre aux besoins de la population, aussi bien à l'horizon actuel qu'à l'horizon long terme. Ce calcul permet de comparer la capacité existante avec celle réellement requise. Si un écart significatif est constaté, cela justifie la nécessité de renforcer les capacités de stockage en implantant de nouveaux réservoirs, afin de garantir un service fiable et continu pour l'ensemble de l'agglomération.

Dans ce diagnostic, nous allons utiliser **la méthode analytique** pour le calcul du volume de stockage nécessaire. Cette méthode consiste à évaluer, heure par heure, les écarts entre le débit d'alimentation et la consommation de l'agglomération, afin de déterminer le résidu dans le réservoir à chaque instant de la journée. L'analyse de cette variation permet d'identifier le volume de stockage minimal requis pour assurer la continuité du service en tenant compte des pointes de consommation et des périodes de reconstitution de la réserve.

La formule du volume résiduel sera donc :

$$\mathbf{V_r = a*Q_{max,\,j} / 100} \qquad \textbf{(III.5)}$$

Avec :

V_r : Volume résiduel (m^3).

$Q_{max,\,j}$: Débit maximum journalier entrant dans le réservoir (m^3/j).

a : Représente le maximum des restes de $Q_{max,\,j}$ en pourcentage (%).

Et le volume total est déterminé alors en ajoutant le volume d'incendie estimé à 120 m^3

$$\mathbf{V_T = V_r + V_{inc}} \qquad \textbf{(III.6)}$$

Avec :

V_T : Volume totale (m^3).

V_r : Volume résiduel (m^3).

V_{inc} : Volume d'incendie (m^3).

La capacité nécessaire du réservoir est ensuite déterminée de manière analytique pour chaque horizon, sur la base des calculs présentés dans les tableaux suivants.

Tableau III-12: Détermination de la capacité de stockage à l'horizon (2025, 2040 et 2055).

Heure	Consommation	Refoulement	Surplus	Déficit	Résidus
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0_1	1,5	4,17	2,67		8,83
1_2	1,5	4,17	2,67		11,50
2_3	1,5	4,17	2,67		14,17
3_4	1,5	4,17	2,67		16,83
4_5	2,5	4,17	1,67		18,50
5_6	3,5	4,17	0,67		19,17
6_7	4,5	4,17		0,33	18,83
7_8	5,5	4,17		1,33	17,50
8_9	6,25	4,17		2,08	15,42
9_10	6,25	4,17		2,08	13,33
10_11	6,25	4,17		2,08	11,25
11_12	6,25	4,17		2,08	9,17
12_13	5	4,17		0,83	8,33
13_14	5	4,17		0,83	7,50
14_15	5,5	4,17		1,33	6,17
15_16	6	4,17		1,83	4,33
16_17	6	4,17		1,83	2,50
17_18	5,5	4,17		1,33	1,17
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		1,33
22_23	2	4,17	2,17		3,50
23_24	1,5	4,17	2,67		6,17
Totale	100	100			

- **Remarque :**

On a constaté que le pompage dans la ville de Timimoun est réalisé en continu sur 24 heures afin d'assurer une alimentation régulière en eau pour l'agglomération.

On a le pourcentage **a = 19,17 %,** alors les capacités de stockage des trois horizons sont comme suit :

Tableau III-13: Les besoins en stockage d'ACL Timimoun pour les différents horizons.

Horizons	Actuel 2025	Moyen terme 2040	Long terme 2055
a(%)	19,17	19,17	19,17
Q max j (m^3/j)	9205,664	12951,47	18644,67
Vr (m^3)	1764,726	2482,797	3574,183
Vinc **(m^3)**	120	120	120
Besoins en stockage (m^3)	1884,726	2602,797	3694,183

Et pour notre zone d'étude, on sait qu'il existe 5 réservoirs d'alimentation avec les capacités suivantes : Macine 1 (600 m3), Macine 2 (2000 m3), Kouba (600 m3), R-3 (2400 m3), R-4 (600 m3). Cependant, le réservoir Macine 2 est principalement responsable de l'alimentation de la région des Ksour Nord. Par conséquent, pour obtenir une estimation plus précise de la capacité réellement destinée au chef-lieu, nous allons diminuer les volumes des réservoirs existants dans cette région du volume du réservoir Macine 2, donc il reste avec une capacité de (100 m^3).

On résume le bilan finale dans le tableau suivant :

Tableau III-14: Bilan de stockage de la zone d'étude.

Horizons	Actuel 2025	Moyen terme 2040	Long terme 2055
Besoins en stockage (m^3)	1884,726	2602,797	3694,183
Stockage disponible (m^3)	4300	4300	4300
Surplus (m^3)	2415,274	1697,203	605,817

Après analyse du bilan de stockage de notre zone d'étude, nous pouvons conclure que la capacité de stockage disponible est suffisante pour couvrir les besoins en eau potable à tous les horizons considérés et il est possible de compter sur elle pour assurer une régulation efficace du réseau et garantir la continuité du service sans nécessiter de l'implantation de nouveaux réservoirs.

III.5.5 Diagnostic des adductions existantes :

Dans le cadre d'un diagnostic hydraulique du système d'AEP, il est essentiel de simuler le fonctionnement des conduites d'adduction existantes afin d'évaluer leur efficacité et leur comportement hydraulique. Ces conduites, qui assurent le transfert de l'eau depuis les forages jusqu'aux réservoirs d'alimentation, jouent un rôle clé dans la performance globale du réseau. L'analyse portera principalement sur des critères tels que la vitesse d'écoulement et la pression disponible dans les différentes sections, afin de vérifier si les conduites fonctionnent dans des conditions conformes aux normes.

De plus, nous allons calculer la valeur du coup de bélier dans chaque adduction, ce qui permettra de déterminer les pressions maximales et minimales susceptibles d'apparaître en cas de variation brutale du régime d'écoulement. Ces résultats nous indiqueront s'il est nécessaire d'implanter un dispositif anti-bélier, afin de protéger les conduites contre les surpressions ou dépressions pouvant endommager le réseau.

Afin de mieux comprendre le schéma d'adduction de notre zone d'étude, la figure suivante présente une illustration descriptive du système existant.

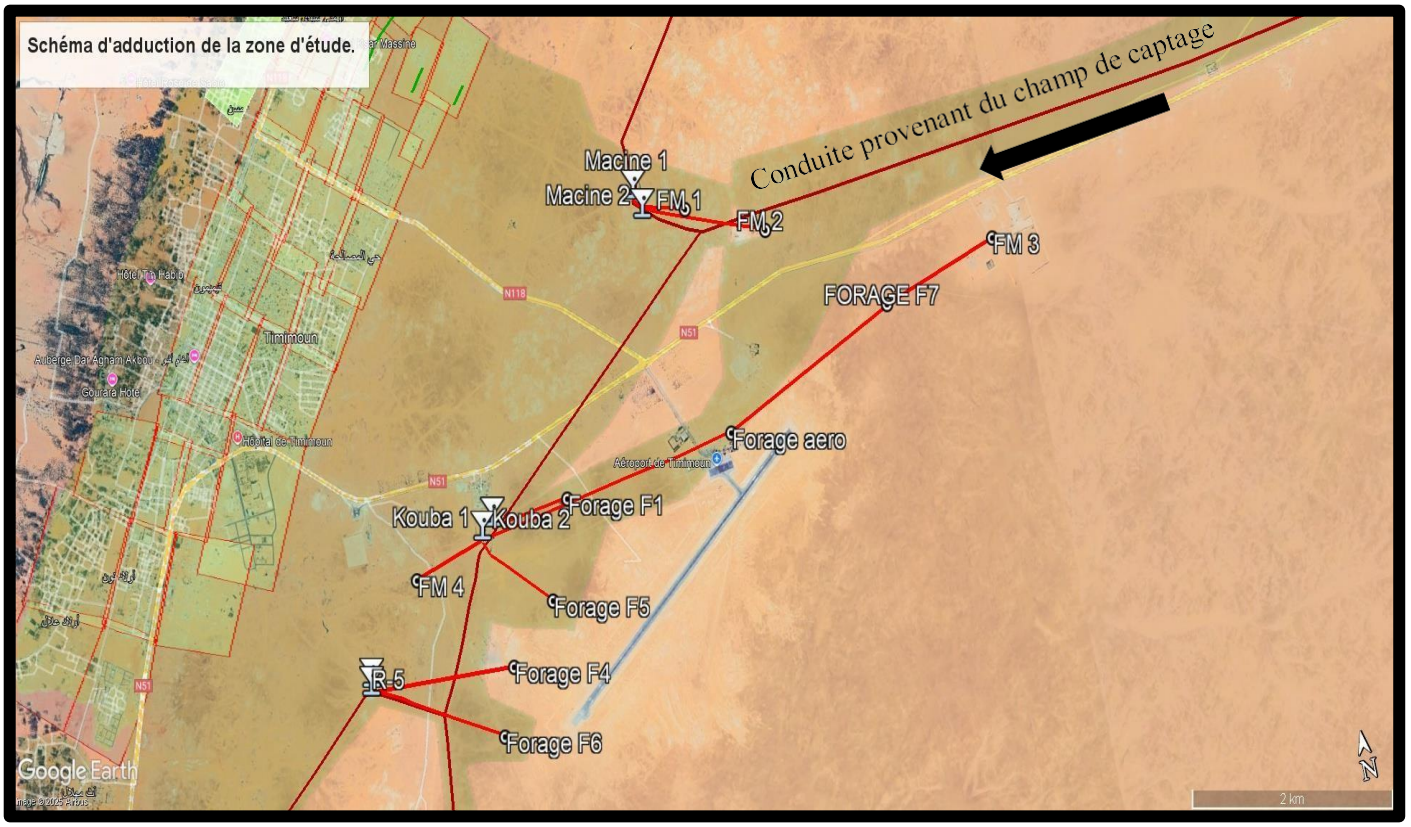


Figure III-26: Schéma des conduites d'adduction existantes dans la zone d'étude.

Cette adduction comprend un champ de captage constitué de 7 forages, situés dans une zone topographiquement plus élevée que notre zone d'étude. Toutefois, malgré cette différence

d'altitude, l'adduction actuelle est conçue comme une conduite de refoulement, reliant directement les forages aux réservoirs d'alimentation sur une longueur de 24 km. Ce choix n'est pas optimal du point de vue énergétique, car il impose un fonctionnement continu des pompes sur une longue distance, ce qui augmente l'usure des équipements et les coûts d'exploitation. De plus, tous les forages sont connectés à une même conduite principale de refoulement, ce qui provoque un déséquilibre de charges : certaines pompes génèrent une charge plus élevée, tandis que celles avec une charge plus faible peinent à refouler correctement.

- **Adduction 1 (du champ de captage vers tous les réservoirs) :**

Cette adduction refoule l'eau issue des forages du champ de captage, dont le débit total est de 183 L/s, vers les deux premiers réservoirs (Macine 1 et Macine 2). Un piquage est réalisé sur la conduite principale après 23 km, permettant l'alimentation de ces réservoirs. Ensuite, un deuxième piquage, situé à 3,3 km du précédent, alimente les réservoirs Kouba 1 et Kouba 2. Enfin, l'adduction se prolonge sur 2,2 km supplémentaires pour atteindre le réservoir R-5.

Et le tableau suivant résume les résultats des vitesses obtenues par simulation :

Tableau III-15: Résultats du simulation de l'adduction 1.

Conduite d'adduction	Linéaire (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pression au nœud en amont (m.c.e)
Du champ de captage vers 1er piquage	23016	Ø 500	PEHD	183	1,2	63
Du 1er piquage vers réservoirs (Macine 1 et 2)	463	Ø 315	PEHD	61	1,01	23
Du 1er piquage vers 2eme piquage	3310	Ø 400	PEHD	122	1,26	23
Du 2eme piquage vers réservoirs (Kouba 1 et 2)	40	Ø 315	PEHD	61	0,62	9
Du 2eme piquage vers réservoir R-5	2254	Ø 315	PEHD	61	0,62	8

À la lecture du tableau, on remarque que les vitesses enregistrées dans toutes les sections de cette adduction sont suffisantes et se situent dans les limites recommandées par les normes, ce qui reflète un fonctionnement hydraulique satisfaisant sur l'ensemble du tracé.

De plus, les pressions restent suffisantes dans le cas d'un régime permanent, ce qui indique un fonctionnement stable du système en l'absence de perturbations transitoires.

- **Adduction 2 (des forages FM 1 et FM 2 vers réservoir Macine 1) :**

Cette adduction assure le refoulement de l'eau des forages FM1 et FM2 vers le réservoir Macine 1. Elle est constituée de deux conduites distinctes, qui à environ 100 mètres en amont du réservoir, se rejoignent dans une seule conduite commune jusqu'à l'entrée du réservoir.

Tableau III-16: Résultats du simulation de l'adduction 2.

Conduite d'adduction	Linéaire (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pression au nœud en amont (m.c.e)
Du forage FM 1 vers point de regroupement	443	Ø 200	AC	15	0,48	6
Du forage FM 2 vers point de regroupement	1227	Ø 200	AC	10	0,32	7
Du point de regroupement vers réservoir Macine 1	101	Ø 200	AC	25	0,8	5

Le tableau met en évidence que les vitesses dans les tronçons situés avant le regroupement des conduites sont légèrement faibles, ce qui peut indiquer une sous-utilisation de ces sections ou un surdimensionnement des diamètres à ce niveau d'adduction.

- **Adduction 3 (des forages FM 3,4, F5, F-aéro, F7 vers réservoir Kouba 1) :**

L'adduction 3 est constituée de deux parties : d'une part, les forages FM4 et F5 refoulent l'eau chacun par une conduite distincte directement vers le réservoir Kouba 1. D'autre part, les forages FM3, F7 et F-aéro sont regroupés dans une seule conduite commune, qui alimente également le même réservoir.

Tableau III-17: Résultats du simulation de l'adduction 3.

Conduite d'adduction	Linéaire (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pression au nœud en amont (m.c.e)
Du forage FM 4 vers réservoir Kouba 1	320	Ø 200	PEHD	29,8	1,22	6
Du forage F 5 vers réservoir Kouba 1	940	Ø 200	PEHD	28,6	1,17	13
Du forages FM 3, F7, F- aéro vers réservoir Kouba 1	2785	Ø 315	PEHD	78	1,29	20

Le tableau montre que les vitesses d'écoulement dans l'ensemble des tronçons sont stables et conformes aux normes, ce qui indique un bon dimensionnement hydraulique et un fonctionnement fiable de l'adduction concernée.

- **Adduction 4 (du forage F1 vers réservoir Kouba 2) :**

L'adduction 4 assure le refoulement direct de l'eau du forage F1 vers le réservoir Kouba2, à travers une conduite dédiée reliant les deux points sans branchement intermédiaire.

Tableau III-18: Résultats du simulation de l'adduction 4.

Conduite d'adduction	Linéaire (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pression au nœud en amont (m.c.e)
Du forage F1 vers réservoir Kouba 2	1062	Ø 200	PEHD	19,37	0,79	10

On remarque que la vitesse d'écoulement dans cette adduction se situe entre 0,5 m/s et 1,5 m/s, ce qui est conforme aux limites recommandées et indique un écoulement stable et bien dimensionné.

- **Adduction 5 (du forages F4 et F6 vers le réservoir R-5) :**

L'adduction 5 est constituée de deux conduites distinctes, issues des forages F4 et F6, qui se rejoignent en un point situé à environ 100 mètres en amont du réservoir R-5, formant ainsi une seule conduite commune jusqu'au réservoir.

Tableau III-19: Résultats du simulation de l'adduction 5.

Conduite d'adduction	Linéaire (m)	Diamètre (mm)	Matériau	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pression au nœud en amont (m.c.e)
Du forage F4 vers point de regroupement	1274	Ø 200	PEHD	11,35	0,47	14
Du forage F6 vers point de regroupement	1806	Ø 200	AC	18,2	0,58	14
Du point de regroupement vers réservoir R-5	100	Ø 200	AC	29,55	0,94	4

Le tableau montre que les vitesses dans l'ensemble des tronçons de cette adduction sont acceptables, ce qui reflète un écoulement adéquat et un dimensionnement convenable.

- **Remarque générale :**

D'après les résultats des simulations réalisées, on peut conclure que les vitesses d'écoulement dans la majorité des tronçons des adductions existantes sont suffisantes pour assurer un écoulement stable, évitant ainsi les risques de stagnation de l'eau ainsi que ceux liés à l'érosion des parois internes des conduites, ce qui témoigne d'un comportement hydraulique globalement satisfaisant du système d'adduction. Les pressions sont également jugées acceptables et suffisantes dans le cas d'un régime permanent.

III.6 Calcul des pressions dans le régime transitoire :

III.6.1 Généralités sur le coup de bélier :

C'est un phénomène oscillatoire transitoire qui se manifeste dans les conduites en charge, soit gravitaire soit en refoulement.

- **Les causes du coup de bélier :**

- Arrêt brutal d'un ou plusieurs groupes électropompes.
- Démarrages d'un ou plusieurs groupes électropompes
- Fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement

- **Les risques dus aux coups de bélier :**

- Fortes pressions: Si la somme de la surpression et de la pression initiale dépasse la PMA de la conduite, il peut y avoir fissuration de cette dernière, et dislocation des joints.
- Pressions négatives: apparaît soit à la suite d'une forte pression, soit à la suite d'un arrêt brusque de la pompe. Si la pression devient inférieure à -10 m.c.e. implosion de la conduite, l'aspiration des joints, décollement de l'enduit interne de protection.
- Fatigue de la conduite: L'alternance des surpressions et des dépressions provoque la fatigue de la conduite.

Source : polycopie Salah B. 2014

Pour évaluer les pressions en régime transitoire, il est d'abord nécessaire de calculer la célérité de l'onde de pression, puis de déterminer la valeur du coup de bélier, en se basant sur les formules suivantes:

- La célérité d'onde :

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1+\frac{K \cdot D}{E \cdot e}}} \text{ (m/s)}$$

Avec :

a : La célérité d'onde en (m/s).

K : Module d'élasticité de l'eau en (**K= 2× 10^9 Pa**).

ρ : Masse volumique de l'eau en (**ρ = 10^3 Kg/m^3**).

D : Diamètre intérieur de la conduite en (mm).

E : Module de Young du matériau de la conduite en (**PEHD =1,2× 10^9 Pa**).

e : L'épaisseur de la conduite en (mm).

- Coup de bélier :

$$b = \pm \frac{a \times V_0}{g} \text{ (m.c.e)}$$

Avec :

b : Valeur du coup de bélier en (m.c.e).

a : La célérité d'onde en (m/s).

V_0 : La vitesse d'écoulement en régime permanent en (m/s).

g : La force du gravité en (m^2/s).

Ensuite, nous déterminerons la hauteur géométrique de chaque adduction, puis nous identifierons les valeurs des pressions maximale et minimale en ajoutant ou en soustrayant la valeur du coup de bélier à cette hauteur.

- La hauteur géométrique :

$$\mathbf{Hg=}\ C_{Tp} - C_{Tf} + N_{Dyn}$$

Avec :

Hg : La hauteur géométrique en **(m).**

C_{Tp} : Côte du trop-plein du réservoir en **(m).**

C_{Tf}: Côte du terrain au niveau du forage en **(m).**

N_{Dyn} : Le niveau dynamique d'eau dans le forage **(m).**

- La pression maximale :

$$\mathbf{P_{max} = Hg + b\ (m.c.e)}$$

- La pression minimale :

$$\mathbf{P_{min} = Hg - b\ (m.c.e)}$$

L'ensemble des résultats relatifs aux adductions a été synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau III-20: Résultats des calculs des pression en régime transitoire.

	Adduction 1	**Adduction 2**	**Adduction 3**	**Adduction 4**	**Adduction 5**
La célérité « a » (m/s)	278,83	279,08	279,08	279,08	279,08
			278,74		
Coup de bélier « b » (m.c.e)	34,11	17,64	34,7	22,47	13,37
			33,28		
		11,66	36,65		21,33
Hauteur géométrique « hg » (m)	39,5	49,1	38,9	43,5	66,22
			53,3		
		58,5	42,3		66

	Adduction 1	Adduction 2	Adduction 3	Adduction 4	Adduction 5
Surpression maximale (m.c.e)	73,61	66,74	73,6	65,97	79,6
			86,58		
		70,16	79		87,33
Dépression minimale (m.c.e)	5,39	31,46	4,2	21,03	52,85
			20,02		
		46,84	5,65		44,67

D'après les valeurs obtenues dans le tableau, on peut conclure que le système d'adduction ne présente pas de risque de surpression dépassant la Pression Maximale Admissible (PMA) des conduites, sachant que celles-ci sont en PEHD de classe PN16. De plus, aucune dépression significative n'a été relevée, écartant ainsi le risque d'implosion. Par conséquent, l'installation d'un dispositif de protection contre le coup de bélier ne s'avère pas nécessaire dans le contexte actuel.

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un diagnostic complet du système d'AEP de la commune de Timimoun, en étudiant les forages, réservoirs, adductions et le réseau de distribution. Le diagnostic physique a révélé que plusieurs ouvrages en amont nécessitent des travaux de rénovation, et que le réseau de distribution, composé à 70 % de conduites en amiante-ciment et PVC, doit être remplacé en raison de son vieillissement et des nombreuses fuites constatées.

Les simulations hydrauliques ont montré un surdimensionnement global du réseau et des vitesses d'écoulement faibles, affectant son efficacité. Le comportement hydraulique des adductions fonctionne bien jusqu'à l'horizon de l'étude, mais il est nécessaire de réhabiliter le principe de transfert depuis le champ de captage vers l'agglomération, et certaines présentent encore des matériaux non conformes, ainsi qu'un nombre important de fuites qu'il faudra traiter.

Ce diagnostic met en évidence la nécessité d'une réhabilitation globale, qui fera l'objet du chapitre suivant, afin de garantir un fonctionnement optimal du réseau à l'horizon 2055.

Chapitre IV : Réhabilitation du system d'AEP existant

Chapitre IV

Réhabilitation du system d'AEP existant.

IV.1 Introduction :

Après avoir réalisé le diagnostic complet du système d'AEP de notre zone d'étude, ce chapitre est consacré à la réhabilitation du système à l'horizon 2055. L'objectif principal est de corriger les dysfonctionnements identifiés dans les différentes composantes du système et de proposer des solutions concrètes pour optimiser son fonctionnement.

IV.2 Réhabilitation du réseau de distribution :

Dans cette étude, nous proposons une restructuration quasi totale du réseau de distribution existant de la commune de Timimoun. Cette démarche vise à corriger les dysfonctionnements constatés lors du diagnostic et à adapter le réseau aux besoins futurs de la population, tout en assurant un fonctionnement efficace, durable et conforme aux normes techniques.

Le travail commencera par le choix d'un type de réseau adapté aux caractéristiques de la zone d'étude, en tenant compte de la topographie, de la densité de la population et de la répartition spatiale des besoins. Ce choix est essentiel pour garantir une distribution homogène de l'eau dans toutes les zones desservies.

Par la suite, l'étude portera sur le remplacement de toutes les conduites détériorées ou celles qui ne répondent plus aux normes techniques en vigueur, notamment les tronçons en amiante-ciment et en PVC ancien. Ce remplacement se fera après la sélection du matériau approprié, en fonction de critères techniques, économiques et de durabilité, afin de garantir la performance et la longévité du nouveau réseau.

Enfin, à l'aide du logiciel WaterCAD, nous déterminerons les nouvelles caractéristiques hydrauliques du réseau réhabilité, en tenant compte des besoins futurs de l'agglomération.

IV.3 Choix du type de réseau de distribution :

Le choix du type de réseau de distribution se base sur plusieurs critères tels que la configuration topographique, la densité de population, la fiabilité souhaitée et les besoins en continuité de service. On distingue généralement trois types de réseaux : le réseau ramifié, le réseau maillé et le réseau mixte, chacun présentant des avantages et des limites selon le contexte d'application.

IV.3.1 Réseau de distribution ramifié :

Un réseau ramifié est un réseau qui est constitué par la conduite principale et des conduites secondaires (branches): c'est un réseau arborescent. Il n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale pour que toute la population d'aval soit privée d'eau. Les conduites secondaires sont généralement en impasse et, peuvent occasionner une stagnation d'eau et par conséquent une corrosion et une contamination. Afin de remédier à ce problème il est souvent utile d'installer des robinets de prise aux extrémités aval de ces conduites pour des vidanges temporaires.

(**Salah B. 2014)**

IV.3.2 Réseau maillé :

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermés en suivant son tracé : une telle boucle s'appelle une maille.

Contrairement au réseau ramifié, un réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les signes (sens) des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon.

(Salah B. 2014)

IV.3.3 Réseau mixte :

Le réseau mixte est composé d'une combinaison de sections ramifiées et de sections maillées, permettant d'adapter la structure du réseau aux spécificités de la zone desservie.

- **Type de réseau adopté :**

Pour notre projet, nous avons constaté la présence de nombreux tronçons mal positionnés, et dans certains cas, deux conduites parallèles existent au même emplacement, ce qui engendre une complexité inutile du réseau. Ainsi, nous allons supprimer les conduites indésirables et en ajouter de nouvelles afin de compléter les mailles manquantes et aboutir à un réseau de distribution entièrement maillé, plus fiable et mieux structuré.

IV.4 Choix du type de matériau des conduites :

Le choix du matériau des conduites est une étape cruciale dans la réhabilitation d'un réseau d'AEP, car il influence directement la durabilité, la performance hydraulique et les coûts de

réalisation du projet. Pour ce faire, plusieurs principes sont pris en compte afin de sélectionner le matériau le plus adapté au contexte local :

- La disponibilité sur le marché national, afin de faciliter l'approvisionnement et de réduire les délais de réalisation.

- La pression maximale à supporter, en fonction des conditions de fonctionnement du réseau.

- La facilité de transport, de stockage et de pose, qui influence la rapidité et la simplicité des travaux sur le terrain.

- Le coût global du matériau, incluant son prix d'achat et sa mise en œuvre.

- La nature du terrain traversé (corrosif, sablonneux, rocheux, etc.) qui peut imposer des exigences spécifiques.

- Et enfin, la durée de vie prouvée par l'expérience, assurant la fiabilité et la pérennité du réseau dans le temps.

Pour notre cas d'étude, nous avons retenu **le polyéthylène haute densité (PEHD),** en raison de sa résistance à la pression, sa longévité, sa facilité de mise en œuvre, ainsi que sa large disponibilité sur le marché national.

IV.5 Calcule hydraulique du réseau de distribution projeté :

Pour un dimensionnement fiable et précis du nouveau réseau de distribution, il est essentiel de partir d'une estimation rigoureuse des besoins de pointe, afin d'assurer que les conduites puissent supporter les débits maximaux en toutes circonstances. Le calcul hydraulique est donc basé sur le débit horaire maximal à l'horizon du 2055, ce qui permet de garantir la capacité du réseau à fonctionner même lors des périodes de plus forte consommation. De plus, ce dimensionnement doit également permettre de vérifier la résilience du réseau en cas de scénario d'incendie.

Concernant les critères de performance hydraulique, le réseau devra maintenir des pressions comprises entre 10 m.c.e et 60 m.c.e (mètres de colonne d'eau), tout en assurant des vitesses d'écoulement situées idéalement entre 0,5 m/s et 1,5 m/s, afin de garantir à la fois une bonne qualité de l'eau, une durée de vie prolongée des conduites, et une efficacité hydraulique optimale.

IV.5.1 Calcule des débits de dimensionnement :

- **Débit de pointe :**

$$Q_p = Q_{max\,h} = \sum Q_{ri} + \sum Q_{conc} \qquad \text{(IV.1)}$$

Avec :

$Q_{max\,h}$: Débit consommé (l/s).

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

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

AN: $\sum Q_n = Q_p = Q_{max\,h}$= 1165,292 m^3/h = 323,7 l/s.

- **Débit spécifique :**

$$q_{sp} = \sum Q_{ri} / \sum L_i \qquad \text{(IV.2)}$$

Avec :

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

Q_{ri} : Débit en route global (l/s).

AN : q_{sp} = 323,7/73683 =0.0043931 **l/s/ml.**

- **Débit en route :**

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

$$Q_r = q_{sp} \times L_i \qquad \text{(IV.3)}$$

Avec :

q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml).

L_i : longueur du tronçon (m).

- **Débit aux nœuds :**

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

$$Q_{n.i} = 0{,}5 \sum Q_{ri-k} + Q_{conc} \text{ (l/s)} \qquad \text{(IV.4)}$$

Avec :

Q_{ni} : débit au nœud i (l/s).

Σ Q_{ri-k} : somme des débits route des tronçons reliés au nœud i.

Q_{conc} : débits concentrés au nœud i.

À ce stade, le logiciel WaterCAD va permettre de répartir automatiquement les débits nodaux selon les lois hydrauliques précédemment définies, en se basant uniquement sur la valeur du débit de pointe et les longueurs des tronçons. À partir de cette répartition et en procédant à une distribution arbitraire des débits dans les tronçons du réseau, il est possible de réaliser une première estimation des diamètres nécessaires pour chaque section.

Ensuite, grâce à un réglage progressif des pressions et des vitesses, le modèle hydraulique est ajusté afin de respecter les critères de performance, ce qui permet de valider et finaliser les diamètres à utiliser dans notre nouveau réseau projeté.

IV.5.2 Résultats du simulation cas de pointe :

Les résultats des simulations obtenues sont présentés ci-après.

- **Etat des nœuds du réseau cas de pointe :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 2**.

Tableau IV-1: Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas de pointe.

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (L/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
Noeud n1	314,21	9,39	322,07	7,85
Noeud n2	308,93	7,17	320,46	11,53
Noeud n3	303,94	6,98	316,21	12,26
Noeud n4	303,66	6,56	314,74	11,08
Noeud n5	303,51	4,42	321,34	17,82
Noeud n6	301,65	6,46	318,78	17,13
Noeud n7	300,96	5,64	317,34	16,37
Noeud n8	300,34	7,3	317,32	16,98
Noeud n9	299,69	4,91	317,22	17,52
Noeud n10	298,3	4,44	318,74	20,43
Noeud n11	298,17	3,09	318,07	19,89
Noeud n12	298,04	5,16	317,93	19,87
Noeud n13	297,19	13,51	319,64	22,44
Noeud n14	294,87	4,7	316,38	21,5
Noeud n15	294,25	8,05	317,7	23,44
Noeud n16	293,53	6,42	317,36	23,82
Noeud n17	293,24	8,35	313,04	19,79
Noeud n18	293,2	3,42	315,57	22,36
Noeud n19	291,58	3,32	315,39	23,79
Noeud n20	291,05	8,78	315,21	24,15
Noeud n21	291	3,64	316,55	25,54
Noeud n22	290,73	9,68	312,1	21,36

ID Noeud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n23	290,6	6,28	314,94	24,33
Noeud n24	289,89	3,85	312,49	22,58
Noeud n25	289,42	4,22	314,49	25,06
Noeud n26	289,32	9,5	314,99	25,66
Noeud n27	289,07	8,93	310,18	21,1
Noeud n28	288,71	9,45	318,28	29,56
Noeud n29	288,1	2,79	315,67	27,55
Noeud n30	287,69	2,83	316,05	28,35
Noeud n31	287,68	5,9	311,36	23,67
Noeud n32	287,56	3,44	310,1	22,53
Noeud n33	287,5	5,4	309,28	21,78
Noeud n34	287,12	3,48	310,42	23,29
Noeud n35	286,66	3,89	316,3	29,63

- **Etat des conduites du réseau cas de pointe :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 2**.

Tableau IV-2: Résultats de simulation des vitesses d'écoulement dans le réseau en cas de pointe.

Label	Diamètre	Longueur	Matériau	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p1	55,4	365	PEHD	1,44	0,6	2,74
Tuyau p2	96,8	308	PEHD	4,65	0,63	1,29
Tuyau p3	66	735	PEHD	1,74	0,51	3,37
Tuyau p4	141	1 356	PEHD	14,47	0,93	7,15
Tuyau p5	141	411	PEHD	7,47	0,48	0,66
Tuyau p6	66	532	PEHD	2,43	0,71	4,37
Tuyau p7	66	732	PEHD	2,27	0,66	5,35
Tuyau p8	220,2	975	PEHD	25,73	0,68	1,7
Tuyau p9	176,2	442	PEHD	20,11	0,82	1,45
Tuyau p10	176,2	434	PEHD	9,65	0,4	0,38
Tuyau p11	176,2	582	PEHD	10,03	0,41	0,55
Tuyau p12	176,2	896	PEHD	11,04	0,45	1
Tuyau p13	220,2	580	PEHD	19,54	0,51	0,62
Tuyau p14	220,2	470	PEHD	26,12	0,69	0,84
Tuyau p15	96,8	377	PEHD	7,18	0,98	3,44
Tuyau p16	110,2	572	PEHD	-5,38	0,56	1,67
Tuyau p17	176,2	682	PEHD	17,17	0,7	1,68
Tuyau p18	141	635	PEHD	6,3	0,4	0,76
Tuyau p19	55,4	296	PEHD	2	0,83	3,98
Tuyau p20	66	507	PEHD	-1,62	0,47	2,04
Tuyau p21	220,2	449	PEHD	22,66	0,6	0,62
Tuyau p22	141	1 150	PEHD	-15,27	0,98	6,69

Label	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériau /	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Perte.charge (m)
Tuyau p23	110,2	1 055	PEHD	4,11	0,43	1,91
Tuyau p24	96,8	1 018	PEHD	3,86	0,52	3,07
Tuyau p25	220,2	914	PEHD	31,76	0,83	2,34
Tuyau p26	66	354	PEHD	-1,37	0,35	1,06
Tuyau p27	141	209	PEHD	7,23	0,46	0,32
Tuyau p28	141	199	PEHD	-6,6	0,42	0,26
Tuyau p29	96,8	745	PEHD	-2,29	0,31	0,89
Tuyau p30	110,2	900	PEHD	6,1	0,64	3,29
Tuyau p31	66	778	PEHD	-1,77	0,52	3,67
Tuyau p32	96,8	406	PEHD	-6,09	0,83	2,76
Tuyau p33	277,6	1 757	PEHD	43,22	0,71	2,57
Tuyau p34	110,2	365	PEHD	6,96	0,73	1,69
Tuyau p35	96,8	596	PEHD	-4,32	0,59	2,19
Tuyau p36	176,2	124	PEHD	12,98	0,53	0,19
Tuyau p37	96,8	182	PEHD	-4,48	0,61	0,71
Tuyau p38	79,2	165	PEHD	2,76	0,56	0,71
Tuyau p39	277,6	300	PEHD	31,51	0,52	0,25
Tuyau p40	352,6	1 929	PEHD	51,73	0,53	1,24

Les figures suivantes illustrent la répartition des pressions et des vitesses dans le réseau de distribution simulé en période de pointe.

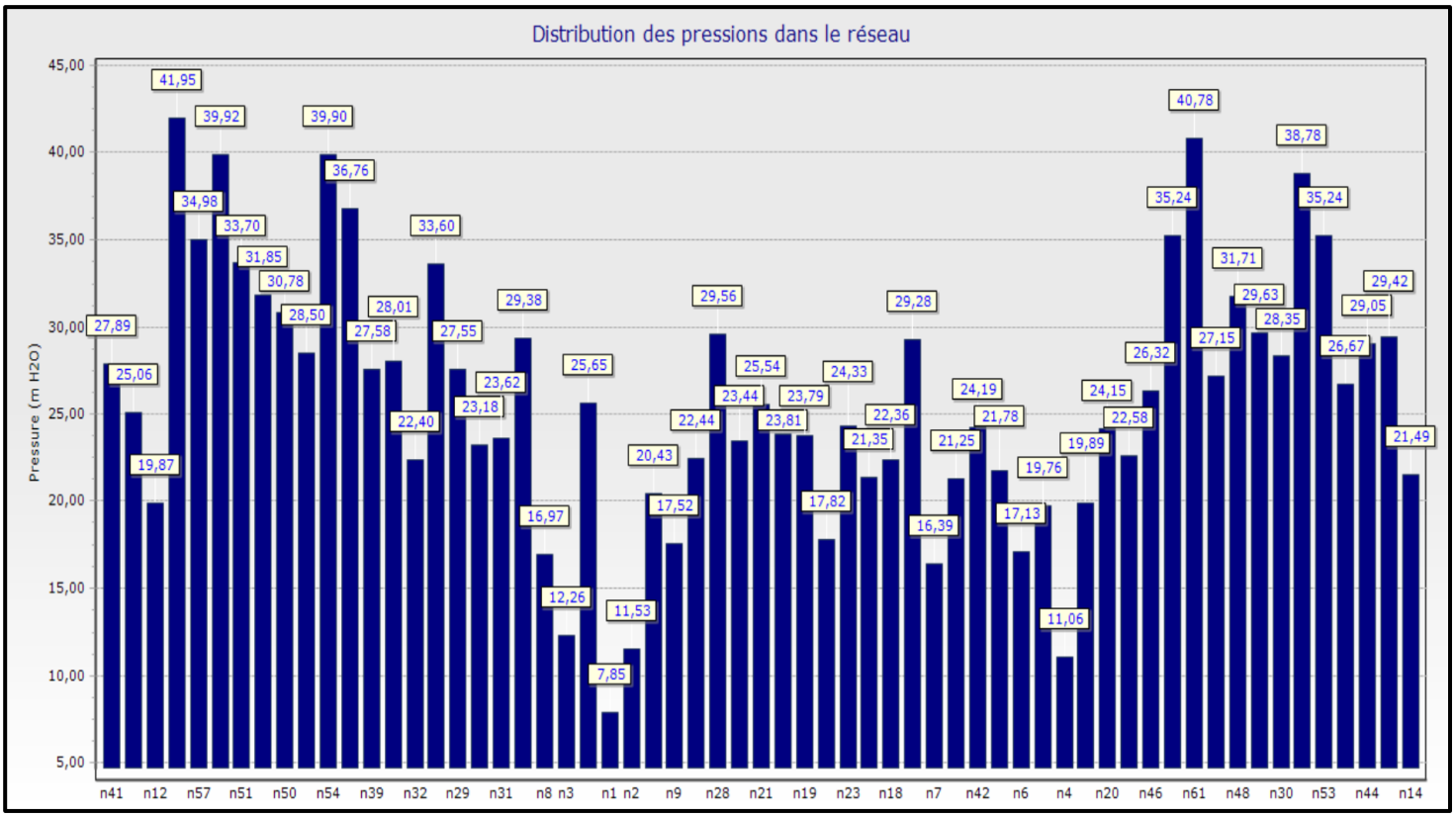


Figure IV-1: Graphique des pressions des nœuds dans le réseau projeté cas de pointe.

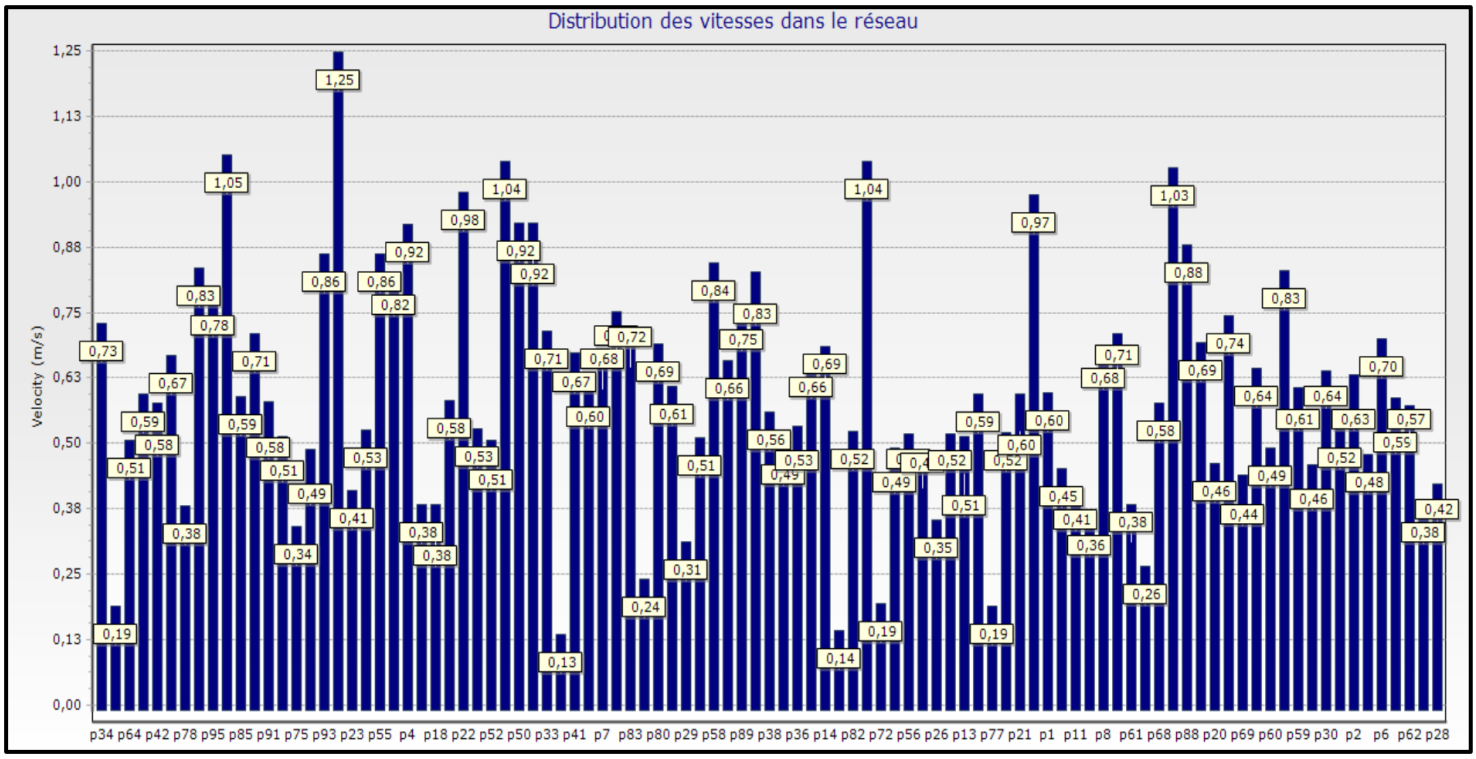


Figure IV-2: Graphique des vitesses des écoulements dans le réseau projeté cas de pointe.

- **Remarque :**

L'analyse des tableaux relatifs aux nœuds et aux conduites du réseau projeté montre que l'ensemble du réseau bénéficie de pressions comprises entre 11 et 40 m.c.e, à l'exception d'un seul nœud situé à l'entrée du réseau qui présente une pression de 7 m.c.e. Toutefois, cette valeur reste suffisante pour le service, car il n'existe pas d'habitations élevées dans cette zone. En effet, la ville de Timimoun est constituée principalement d'habitations ne dépassant pas trois étages, ce qui rend cette plage de pression largement suffisante pour un service optimal.

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement, grâce à un dimensionnement équilibré, basé sur une réduction progressive des diamètres depuis les tronçons principaux jusqu'aux extrémités du réseau, on constate que l'écoulement reste dans les normes recommandées, soit entre 0,5 m/s et 1,5 m/s, assurant ainsi à la fois une bonne dynamique de l'eau et une qualité de service durable.

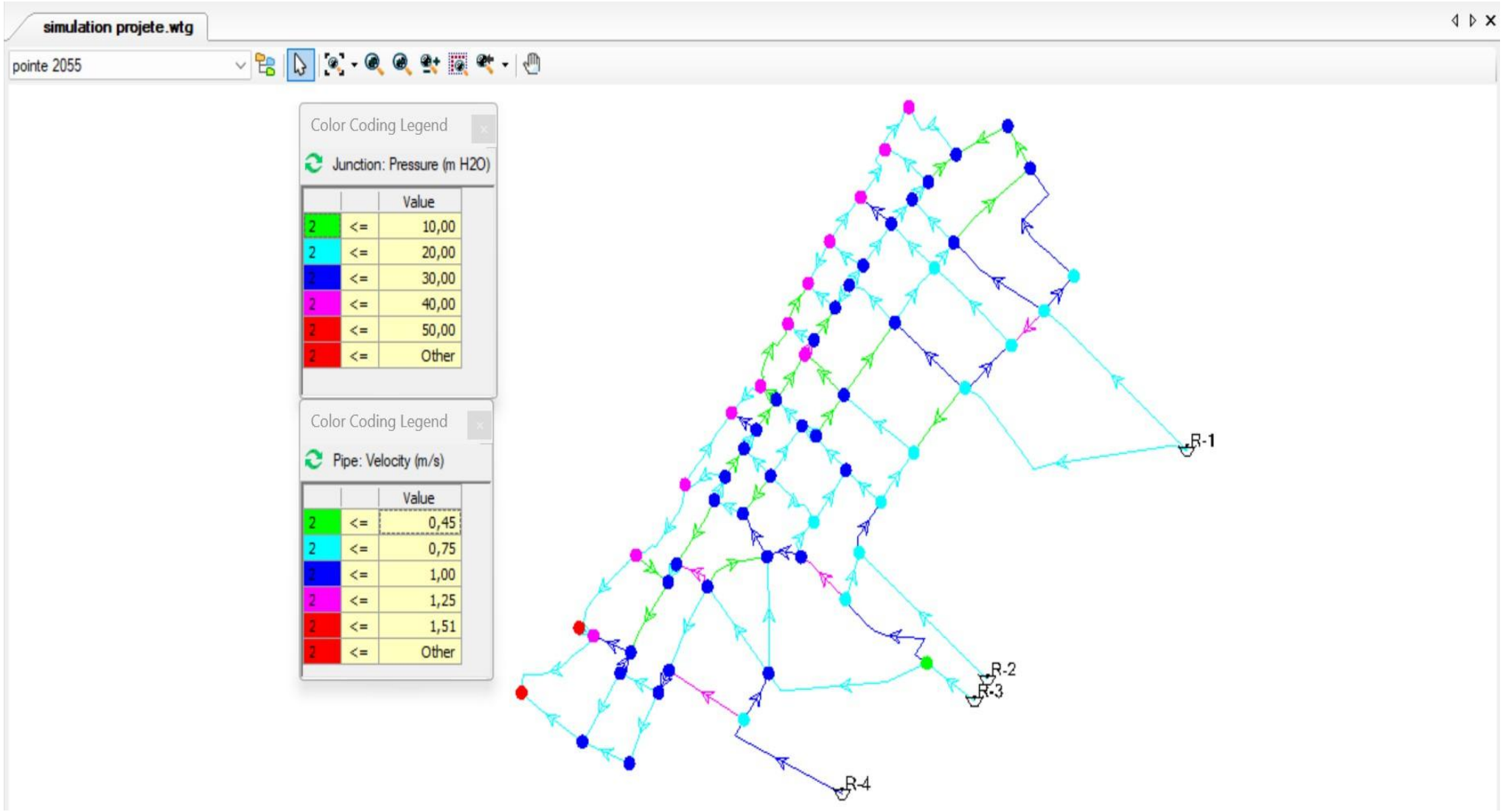


Figure IV-3: Résultats de la simulation sur le réseau projeté en cas de pointe.

IV.5.3 Résultats du simulation cas de pointe + incendie :

Dans le cas d'incendie, le débit en route dans le réseau reste inchangé par rapport au cas de pointe. Cependant, un débit concentré supplémentaire de 17 L/s est ajouté au nœud le plus défavorable, qui correspond dans notre étude au **nœud 33**, afin de simuler les conditions critiques et évaluer la capacité du réseau à maintenir des pressions suffisantes lors d'une intervention incendie.

- **Etat des nœuds du réseau cas de pointe + incendie :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 2**.

Tableau IV-3: Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas de pointe + incendie.

ID Noeud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n1	314,21	9,39	322,06	7,85
Noeud n2	308,93	7,17	320,45	11,51
Noeud n3	303,94	6,98	316,03	12,08
Noeud n4	303,66	6,56	313,5	9,84
Noeud n5	303,51	4,42	321,33	17,81
Noeud n6	301,65	6,46	318,27	16,61
Noeud n7	300,96	5,64	315,81	14,84
Noeud n8	300,34	7,3	316,95	16,6
Noeud n9	299,69	4,91	317,1	17,4
Noeud n10	298,3	4,44	318,71	20,4
Noeud n11	298,17	3,09	317,98	19,8
Noeud n12	298,04	5,16	317,88	19,83
Noeud n13	297,19	13,51	319,63	22,43
Noeud n14	294,87	4,7	316,24	21,35
Noeud n15	294,25	8,05	317,67	23,41
Noeud n16	293,53	6,42	317,31	23,77
Noeud n17	293,24	8,35	311,18	17,93
Noeud n18	293,2	3,42	315,4	22,19
Noeud n19	291,58	3,32	315,22	23,62
Noeud n20	291,05	8,78	315	23,94
Noeud n21	291	3,64	316,52	25,51
Noeud n22	290,73	9,68	308,9	18,16
Noeud n23	290,6	6,28	314,93	24,32
Noeud n24	289,89	3,85	312,47	22,57
Noeud n25	289,42	4,22	314,48	25,05
Noeud n26	289,32	9,5	314,45	25,12
Noeud n27	289,07	8,93	301,35	12,28

ID Noeud	Altitude	Demande	Cote piézométrique	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n28	288,71	9,45	318,27	29,55
Noeud n29	288,1	2,79	315,6	27,49
Noeud n30	287,69	2,83	316,02	28,31
Noeud n31	287,68	5,9	308,82	21,13
Noeud n32	287,56	3,44	306	18,43
Noeud n33	287,5	22,4	294,84	9,36
Noeud n34	287,12	3,48	306,69	19,56
Noeud n35	286,66	3,89	316,27	29,6

- **Etat des conduites du réseau cas de pointe + incendie :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 2**.

Tableau IV-4: Résultats de simulation des vitesses d'écoulement dans le réseau en cas de pointe + incendie.

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p1	55,4	365	PEHD	1,43	0,59	2,71
Tuyau p2	96,8	308	PEHD	4,69	0,64	1,31
Tuyau p3	66	735	PEHD	1,74	0,51	3,37
Tuyau p4	141	1 356	PEHD	21,36	1,37	14,45
Tuyau p5	141	411	PEHD	7,87	0,5	0,73
Tuyau p6	66	532	PEHD	2,63	0,77	5,04
Tuyau p7	66	732	PEHD	0,7	0,2	0,67
Tuyau p8	220,2	975	PEHD	30,57	0,8	2,32
Tuyau p9	176,2	442	PEHD	27,01	1,11	2,46
Tuyau p10	176,2	434	PEHD	21,31	0,87	1,58
Tuyau p11	176,2	582	PEHD	10,08	0,41	0,55
Tuyau p12	176,2	896	PEHD	11,21	0,46	1,03
Tuyau p13	220,2	580	PEHD	20,21	0,53	0,66
Tuyau p14	220,2	470	PEHD	26,51	0,7	0,87
Tuyau p15	96,8	377	PEHD	8,11	1,1	4,27
Tuyau p16	110,2	572	PEHD	-6,28	0,66	2,2
Tuyau p17	176,2	682	PEHD	20,76	0,85	2,36
Tuyau p18	141	635	PEHD	17,95	1,15	4,94
Tuyau p19	55,4	296	PEHD	2	0,83	4,01
Tuyau p20	66	507	PEHD	-3,19	0,93	6,79
Tuyau p21	220,2	449	PEHD	22,65	0,59	0,62
Tuyau p22	141	1 150	PEHD	-18,42	1,18	9,37
Tuyau p23	110,2	1 055	PEHD	8,87	0,93	7,54
Tuyau p24	96,8	1 018	PEHD	3,86	0,52	3,07
Tuyau p25	220,2	914	PEHD	33,02	0,87	2,5
Tuyau p26	66	354	PEHD	-5,15	1,44	11,16

Label	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Matériel /	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Perte.charge (m)
Tuyau p27	141	209	PEHD	11,21	0,72	0,7
Tuyau p28	141	199	PEHD	-6,61	0,42	0,26
Tuyau p29	96,8	745	PEHD	-2,28	0,31	0,88
Tuyau p30	110,2	900	PEHD	6,09	0,64	3,28
Tuyau p31	66	778	PEHD	-1,77	0,52	3,68
Tuyau p32	96,8	406	PEHD	-6,1	0,83	2,76
Tuyau p33	277,6	1 757	PEHD	44,03	0,73	2,66
Tuyau p34	110,2	365	PEHD	7	0,73	1,71
Tuyau p35	96,8	596	PEHD	-5,7	0,77	3,59
Tuyau p36	176,2	124	PEHD	12,95	0,53	0,18
Tuyau p37	96,8	182	PEHD	-4,48	0,61	0,71
Tuyau p38	79,2	165	PEHD	2,75	0,56	0,71
Tuyau p39	277,6	300	PEHD	31,54	0,52	0,25
Tuyau p40	352,6	1 929	PEHD	62,72	0,64	1,75

Les figures ci-après montrent les résultats des pressions et des vitesses dans le réseau dans le scénario combiné de pointe et d'incendie.

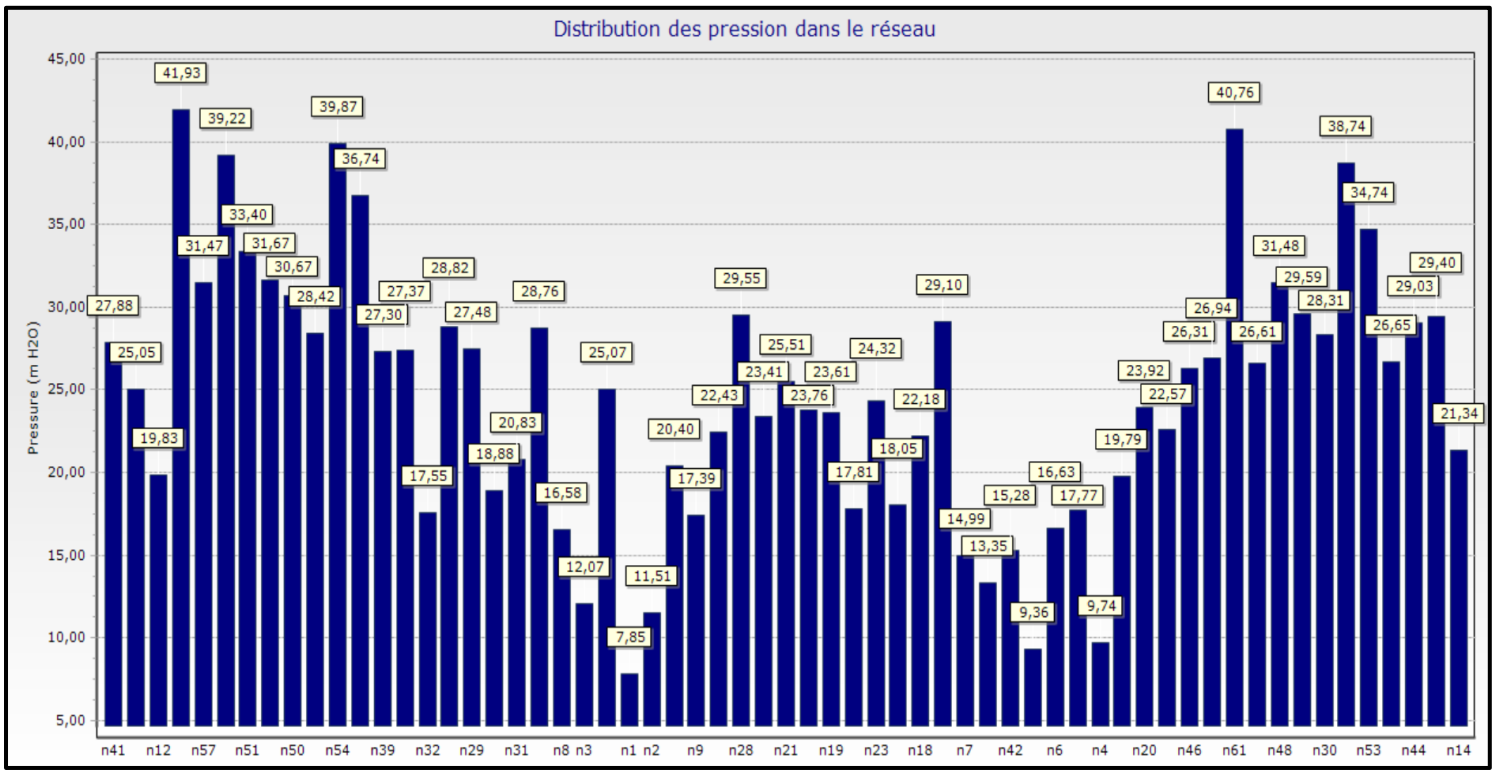


Figure IV-4: Graphique des pressions des nœuds dans le réseau projeté cas de pointe + incendie.

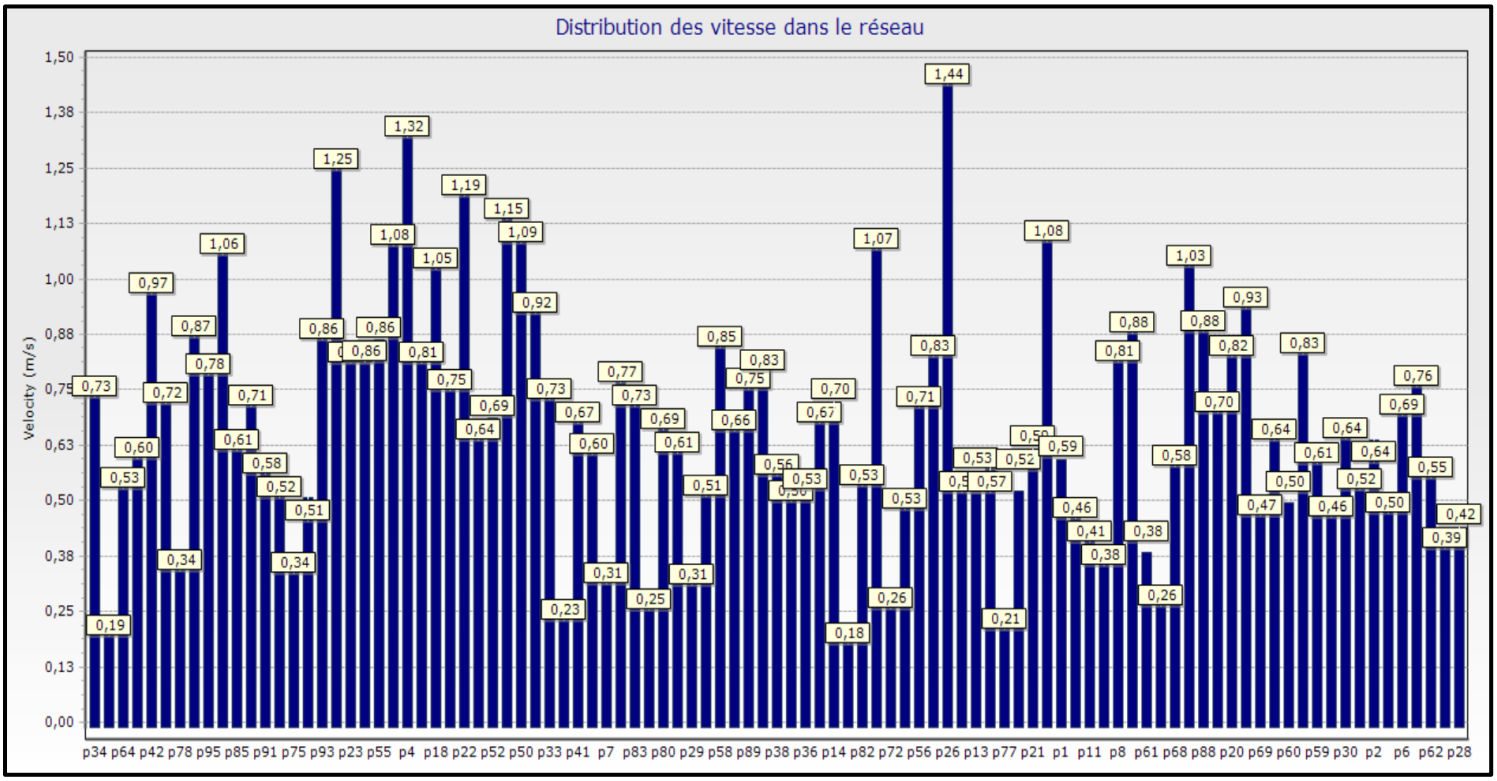


Figure IV-5: Graphique des vitesses des écoulements dans le réseau projeté cas de pointe + incendie.

- **Remarque :**

L'analyse des tableaux relatifs aux nœuds et conduites du réseau projeté en cas d'incendie montre que, d'après les résultats de simulation, les pressions au voisinage du nœud d'incendie ne chutent pas jusqu'à un niveau de dépression (pression négative). À part le nœud situé à proximité du réservoir, où une pression de 7 m.c.e a été enregistrée, la pression la plus faible relevée au voisinage de l'incendie est de 9 m.c.e. ce qui reste acceptable pour assurer l'alimentation en eau. Concernant les vitesses d'écoulement, elles restent dans les limites normatives, sans dépasser 1,5 m/s, ce qui garantit un écoulement régulier et maîtrisé. Ainsi, on peut conclure que le réseau projeté est capable de supporter une situation d'incendie même en période de consommation de pointe.

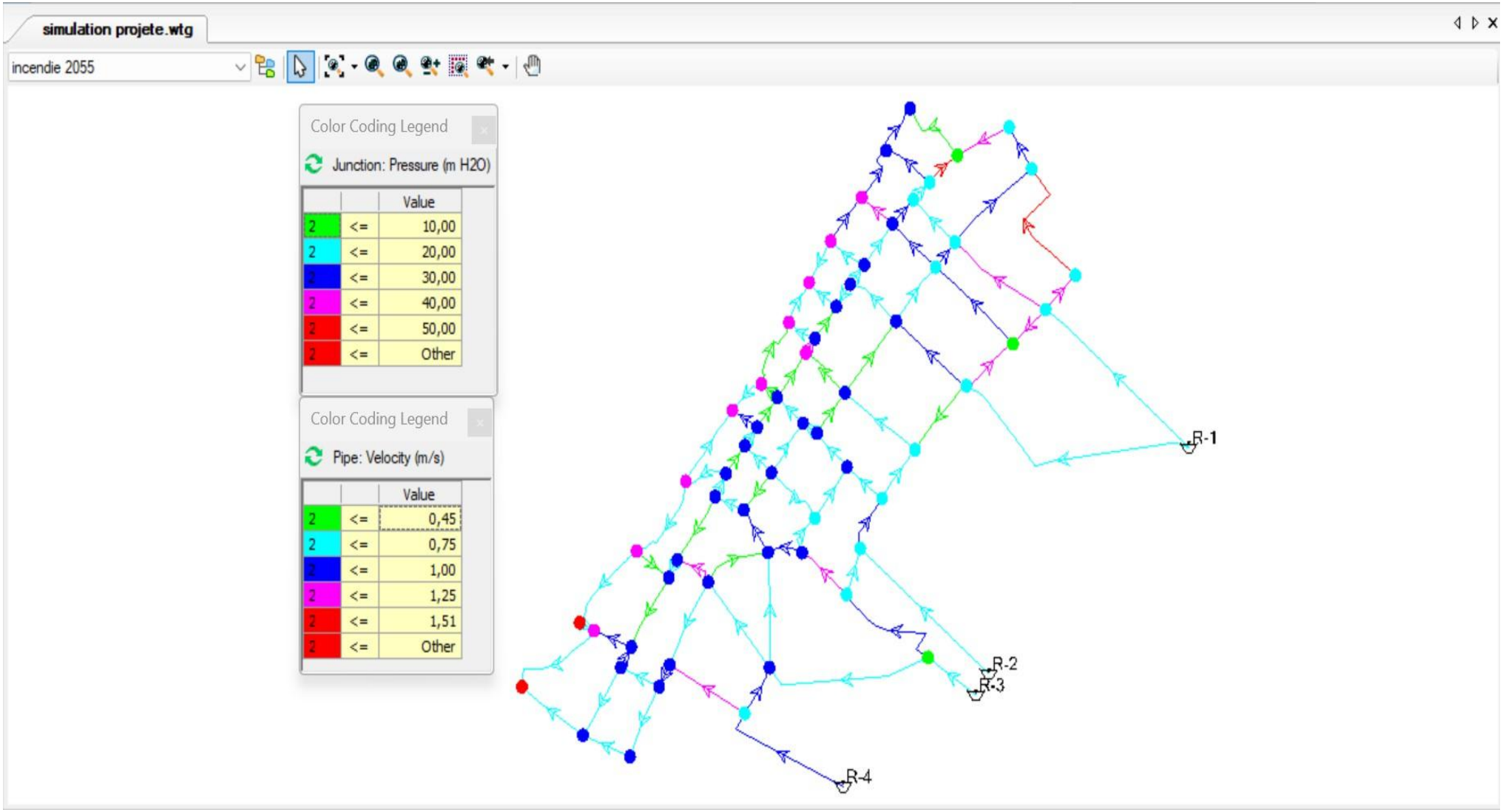


Figure IV-7: Résultats de la simulation sur le réseau projeté en cas de pointe + incendie.

IV.5.4 Résultats de la simulation dans le cas des heures creuses :

Après avoir estimé, dans les chapitres précédents, la valeur du débit minimal correspondant aux heures creuses, soit **Q = 172,1 m³/h = 47,8 l/s**, une simulation a été réalisée afin d'évaluer le comportement du réseau dans cette situation. Ce scénario correspond au moment où les pressions sont les plus élevées que le réseau peut subir, en raison de la faible consommation. Les résultats principaux sont résumés dans le tableau suivant.

- **Etat des nœuds du réseau cas des heures creuses :**

Le reste des résultats se trouve dans l'**Annexe 2**.

Tableau IV-5:Résultats de simulations des pressions dans le réseau en cas des heures creuse.

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
n61	265,91	0,84	322,43	56,49
n59	268,52	0,5	322,39	53,84
n60	268,5	0,58	319,5	50,98
n56	273	0,74	322,46	49,43
n54	273,86	1	322,38	48,5
n58	272,08	0,76	319,58	47,48
n57	272,89	0,69	319,66	46,75
n55	273,6	0,64	319,92	46,3
n52	276,63	0,99	322,38	45,72
n53	275,13	0,58	319,92	44,77
n51	278,53	0,67	320,34	41,79
n50	280,35	0,7	321,26	40,88
n46	284,05	0,95	322,91	38,84
n47	283,99	0,61	322,53	38,52
n49	282,79	0,61	320,6	37,79
n48	282,94	0,56	320,49	37,53
n44	285,07	0,65	322,56	37,47
n41	285,85	0,63	323,03	37,16
n40	285,86	0,63	322,76	36,88
n35	286,66	0,58	322,38	35,71

- **Remarque :**

On peut conclure, à l'issue de cette simulation, que les pressions les plus élevées relevées dans le réseau ne dépassent pas **60 m.c.e**, ce qui reste conforme aux normes admises pour les réseaux d'alimentation en eau potable. Le fonctionnement du réseau dans les heures creuses ne présente donc aucun risque de surpression.

IV.6 Réhabilitation d'adduction :

D'après les résultats du diagnostic des adductions, plusieurs dysfonctionnements ont été identifiés, nécessitant des interventions ciblées pour assurer un fonctionnement plus fiable et durable du système. Dans cette optique, il est prévu de remplacer toutes les conduites en amiante-ciment par des conduites en PEHD, tout en conservant les diamètres actuels, afin de garantir une meilleure résistance et conformité aux normes techniques.

Concernant le transfert d'eau depuis le champ de captage, nous proposons de mettre en place un réservoir tampon, qui permettra de cumuler les débits provenant de l'ensemble des forages. L'eau sera ensuite acheminée gravitairement vers les réservoirs d'alimentation, ce qui permettra d'assurer une alimentation plus stable, d'optimiser le fonctionnement hydraulique du réseau, et de mieux gérer la sollicitation des pompes.

Enfin, pour assurer une meilleure gestion de la ressource souterraine et préserver les équipements, une rotation dans le fonctionnement des forages sera programmée. Cette mesure vise à prolonger la durée de vie des pompes et à limiter la surexploitation de la nappe.

Tableau IV-6: Caractéristiques des conduites d'adduction projetées

Détail des conduites changé		Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)
Adduction 2	**Conduite existante**	Amiante-ciment	Ø 200	443	0,48
	Conduite projetée	PEHD	Ø 200	443	0,62
Adduction 2	**Conduite existante**	Amiante-ciment	Ø 200	1227	0,32
	Conduite projetée	PEHD	Ø 200	1227	0,41
Adduction 2	**Conduite existante**	Amiante-ciment	Ø 200	101	0,8
	Conduite projetée	PEHD	Ø 200	101	1,03

Détail des conduites changé		Matériau	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)
Adduction 5	**Conduite existante**	Amiante-ciment	Ø 200	1806	0,58
	Conduite projetée	PEHD	Ø 200	1806	0,75
Adduction 5	**Conduite existante**	Amiante-ciment	Ø 200	100	0,94
	Conduite projetée	PEHD	Ø 200	100	1,21

IV.6.1 Projection du réservoir tampon :

Pour la mise en place du réservoir tampon, nous allons choisir le point le plus élevé dans la zone où sont localisés les forages, afin de garantir une charge géométrique maximale pour la conduite gravitaire qui reliera ce réservoir aux réservoirs d'alimentation situés en aval. Ce choix permet d'assurer un écoulement par gravité efficace, tout en réduisant le recours au pompage.

Le dimensionnement du réservoir tampon repose sur le principe de maintenir la conduite gravitaire constamment pleine d'eau, afin de garantir la stabilité de l'écoulement. Le volume nécessaire du réservoir est ainsi lié à la fermeture progressive d'une vanne. En supposant que cette fermeture suit une loi linéaire, on peut en déduire une formule de calcul du volume à stocker, assurant la continuité du débit pendant la phase de fermeture. Cette approche permet de dimensionner le réservoir en fonction du temps de fermeture et du débit total des forages.

$$V_u = \frac{Q_0 \times T}{2} \qquad \text{(IV.5)}$$

Avec :

V_u : Le volume utile du réservoir en (m^3).

Q_0 : Le débit totale des forages en (m^3/s). Q_0 = 0,183 m^3/s.

T : Le temps de fermeture de la vanne en (s). T = 15 min = 900 s.

Et dans le cas d'un fonctionnement continu des pompes, le volume du réservoir tampon sera calculé selon la formule suivante :

$$V_u = \frac{0{,}183 \times 900}{2} = 82{,}35\ m^3$$

Et on prend un volume normalisé de **100 m³** pour faciliter la conception et la fabrication.

IV.6.2 Dimensionnement de la conduite gravitaire en aval:

Pour assurer une alimentation efficace des réservoirs du chef-lieu, le dimensionnement de la conduite gravitaire en aval du réservoir tampon doit se faire en prenant comme référence le réservoir le plus éloigné et le plus élevé du système. Dans notre cas, il s'agit du réservoir R-5, qui impose une charge disponible de seulement 9 mètres entre les deux réservoirs, ce qui est relativement faible compte tenu de la distance de 24 km sur un terrain globalement plat.

Si l'on envisageait une seule conduite gravitaire, son diamètre devrait être très important pour compenser la faible pente disponible, ce qui rend sa réalisation techniquement difficile et économiquement peu rentable. Ainsi, après plusieurs simulations de variantes à l'aide du logiciel WaterCAD, la solution la plus équilibrée consiste à mettre en place deux conduites en parallèle : une en préservant l'existant, et l'autre en ajoutant une conduite projetée.

De plus, pour garantir l'acheminement complet du débit capté par les forages, il est nécessaire que le réservoir tampon soit surélevé de 12 mètres supplémentaires, afin d'augmenter la charge disponible et assurer un écoulement gravitaire optimal vers l'ensemble des réservoirs aval.

La figure suivante illustre la nouvelle adduction avec l'ensemble des éléments projetés.

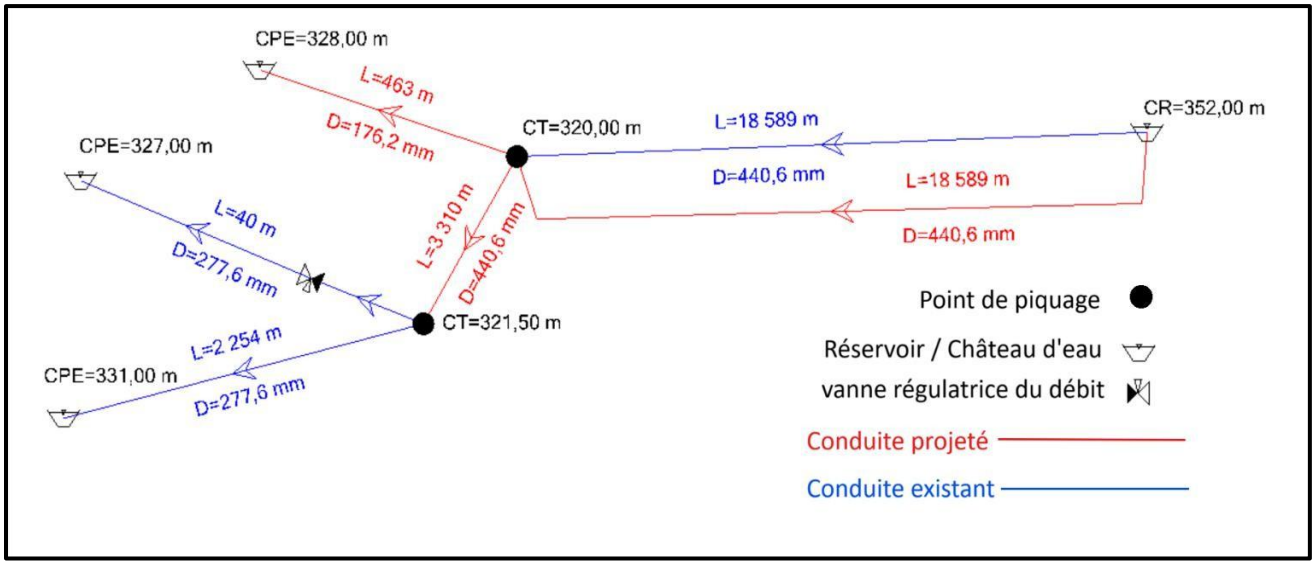


Figure IV-8: Schéma de la nouvelle configuration d'adduction gravitaire projetée.

Nous avons proposé de diviser le débit total de manière égale entre les trois piquages alimentant les réservoirs. Toutefois, afin de mieux équilibrer et réguler le débit entrant dans chaque réservoir, notamment en tenant compte des différences de position et de distance, nous avons opté pour l'installation d'une vanne régulatrice de débit au niveau du réservoir situé au milieu. Cette solution permet de maîtriser la répartition du débit de manière plus précise.

Les résultats de la simulation de l'adduction projetée ont été obtenus à l'aide du logiciel WaterCAD, en tenant compte tous les modifications apportées. Ces résultats, qui incluent les vitesses d'écoulement, pertes de charge et les débits, sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau IV-7: Résultats de la simulation de l'adduction projetée.

Conduite	Longueur (m)	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	Pertes de charge (mm)
Du réservoir tampon vers 1er point de piquage	18589	91,11	Ø 500 PEHD	0,6	11,32
	18589	91,11	Ø 500 PEHD	0,6	11,32
Du 1er point de piquage vers deux réservoirs Macine 1 et 2	463	60,92	Ø 200 PEHD	2,5	12,18
Du 1er point vers 2eme point de piquage	3310	121,3	Ø 500 PEHD	0,8	3,4
Du 2eme point de piquage vers les réservoir Kouba 1 et 2	40	61	Ø 315 PEHD	1,01	0,1
Du 2eme point de piquage vers réservoir R-5	2254	60,3	Ø 315 PEHD	1	5,8

IV.7 Évaluation du risque lié au régime transitoire :

Dans cette section, nous allons vérifier si la nouvelle configuration d'installation des forages, combinée à la mise en place du réservoir tampon, est susceptible de générer un risque de coup de bélier.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre de diagnostic, il est possible de calculer la valeur du coup de bélier en suivant les étapes méthodologiques suivantes :

1) Calcul de la célérité d'onde :

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1+\frac{K \cdot D}{E \cdot e}}} \text{ (m/s)} \qquad \text{(IV.6)}$$

Avec :

- **a :** La célérité d'onde en (m/s).
- K : Module d'élasticité de l'eau en (**K= 2× 10^9 Pa**).
- **ρ :** Masse volumique de l'eau en (**ρ = 10^3 Kg/m^3**).
- **D :** Diamètre intérieur de la conduite en (mm).
- **E :** Module de Young du matériau de la conduite en (**PEHD =1,2× 10^9 Pa**).
- **e :** L'épaisseur de la conduite en (mm).

2) Calcule la valeur du coup de bélier :

$$b = \pm \frac{a \times V_0}{g} \text{ (m.c.e)} \qquad \text{(IV.7)}$$

Avec :

- **b :** Valeur du coup de bélier en (m.c.e).
- **a :** La célérité d'onde en (m/s).
- **V_0 :** La vitesse d'écoulement en régime permanent en (m/s).
- **g :** La force du gravité en (m^2/s).

3) Hauteur géométrique :

$$\mathbf{Hg} = C_{Tp} - C_{Tf} + N_{Dyn} \qquad \text{(IV.8)}$$

- Avec :
- **Hg :** La hauteur géométrique en **(m).**
- **C_{Tp} :** Côte du trop-plein du réservoir en **(m).**
- **C_{Tf}:** Côte du terrain au niveau du forage en **(m).**
- **N_{Dyn} :** Le niveau dynamique d'eau dans le forage **(m).**

4) La pression maximale :

$$\mathbf{P_{max} = Hg + b \text{ (m.c.e)}} \qquad \text{(IV.9)}$$

5) La pression minimale :

$$\mathbf{P_{min} = Hg - b \text{ (m.c.e)}} \qquad \text{(IV.10)}$$

Tableau IV-8: Résultats de calcul des pressions en cas d'un régime transitoire.

Forages	FCC 1	FCC 2	FCC 3	FCC 4	FCC 5	FCC 7	FCC 8
Hauteur géométrique « hg » (m)	48,25	54,23	59,96	62,81	54,37	73,63	72,28
Coup de bélier « b » (m.c.e)	13,67	14,81	15,09	28,73	19,91	20,46	18,47
Surpression maximale (m.c.e)	61,92	69,04	75,05	91,54	74,28	94,09	90,75
Dépression minimale (m.c.e)	34,58	39,42	44,87	34,08	34,46	53,17	53,81

À la lumière des résultats présentés dans le tableau du calcul du coup de bélier, nous pouvons conclure qu'il n'existe aucun risque significatif de surpression ni de dépression dans le réseau, même en cas de fonctionnement en régime transitoire. Les valeurs de pression maximale et minimale restent dans les limites admissibles pour les conduites en place. Par conséquent, aucune protection anti-bélier n'est requise au niveau des forages dans cette configuration.

IV.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'ensemble des interventions proposées pour réhabiliter le système d'alimentation en eau potable de la commune de Timimoun à l'horizon 2055. Le travail a débuté par la restructuration complète du réseau de distribution, en adoptant un réseau maillé, plus équilibré et plus fiable, avec le remplacement des conduites vétustes en amiante-ciment et PVC par des conduites en PEHD. Un dimensionnement hydraulique précis a été réalisé à l'aide du logiciel WaterCAD, en prenant en compte les scénarios de pointe et de pointe + incendie, afin de garantir le respect des normes de pression et de vitesse.

Concernant le système d'adduction, plusieurs variantes ont été analysées, aboutissant à la conservation partielle des conduites existantes et à la mise en place d'une conduite gravitaire parallèle. Un réservoir tampon surélevé a été projeté pour assurer le transfert optimal des débits pompés.

Cette réhabilitation vise à offrir un réseau plus performant, durable et conforme aux exigences futures, capable de répondre efficacement aux besoins croissants de la population de Timimoun.

Chapitre V :
Contribution à la gestion du nouveau réseau

Chapitre V

Contribution à la gestion du nouveau réseau

V.1 Introduction :

La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable joue un rôle fondamental dans la pérennité, l'efficacité et la sécurité du service rendu à la population. Un réseau bien conçu ne suffit pas à lui seul, sans une gestion rigoureuse et adaptée, les performances hydrauliques peuvent rapidement se détériorer, entraînant des pertes d'eau, une dégradation de la qualité, des pressions instables, voire des interruptions de service.

Ce chapitre a pour objectif de proposer des recommandations techniques et organisationnelles pour garantir le bon fonctionnement du nouveau réseau projeté, à court et à long terme.

V.2 Technique de la gestion d'un réseau d'AEP :

Les techniques suivantes représentent les principaux outils et méthodes permettant d'assurer une gestion efficace et durable d'un réseau d'alimentation en eau potable.

- Mettre en place une base de données centralisée et exhaustive sur l'ensemble du système d'alimentation en eau potable, allant de la source jusqu'aux branchements des usagers.
- Procéder à l'archivage systématique de toutes les données relatives aux défaillances physiques et aux problèmes de qualité de l'eau.
- Identifier et localiser les tronçons les plus critiques du réseau, afin de cibler les interventions prioritaires.
- Mettre en œuvre une maintenance préventive régulière sur les organes sensibles du réseau, notamment les pièces spéciales (vannes, raccords, clapets, etc.).
- Assurer un nettoyage périodique des réservoirs d'alimentation, tous les six mois, avec une vérification de l'état des revêtements intérieur et extérieur des ouvrages.
- Intégrer un SIG pour regrouper l'ensemble des données physiques et géographiques du réseau, en les liant à des capteurs pour permettre une mise à jour en temps réel.
- Utiliser des outils informatiques de simulation et de supervision afin de suivre le comportement hydraulique du réseau selon différents scénarios d'exploitation.

Renaud, E., & Charriere, S. (2016).

V.3 Production d'eau :

Dans le cadre de la gestion du nouveau réseau, il est essentiel d'évaluer les besoins en eau potable aux différents horizons de temps, afin d'adapter la production de manière raisonnée. Il est important de limiter toute production excessive ou irrationnelle, qui pourrait entraîner une surexploitation des nappes souterraines. Ainsi, seuls les forages réellement nécessaires pour couvrir la demande projetée devront être conservés en exploitation, afin d'assurer un équilibre durable entre ressource disponible et besoins de la population.

Tableau V-1: Bilan hydrique de l'agglomération chef-lieu.

Horizons	2025	2040	2055
Demande en eau (l/s)	106,55	149,9	215,8
Production d'eau disponible (l/s)	373,81	342,52	292,4
Surplus (l/s)	267,26	192,62	76,6

À partir des données présentées dans le tableau du bilan hydrique et selon les résultats obtenus dans le chapitre d'estimation des besoins en eau, on constate que la production des forages actuellement en service dans la région est excédentaire par rapport aux besoins estimés. Cette situation permet d'optimiser l'exploitation des ressources en imposant un nombre restreint de forages en fonctionnement pour chaque horizon, tout en réduisant la pression sur la nappe.

Dans la région du chef-lieu (ACL), 11 forages sont actuellement disponibles, et il n'est pas possible de réduire le nombre de forages du champ de captage, car ces derniers sont également liés à l'alimentation des Ksour. L'analyse nous permet donc d'établir les points suivants :

- À l'horizon actuel, la production du seul champ de captage est suffisante pour couvrir entièrement la demande du chef-lieu, sans recourir aux autres forages.
- À l'horizon moyen terme (2040), il suffira d'ajouter deux forages supplémentaires en fonctionnement, accompagnés d'un troisième forage utilisé en rotation, afin d'assurer la continuité et préserver les équipements.
- À l'horizon long terme (2055), l'exploitation de 8 forages sur les 11 existants sera nécessaire pour satisfaire la demande, tandis que les 3 forages restants seront intégrés dans un programme de rotation pour limiter la fatigue des pompes et prolonger leur durée de vie.

V.4 Gestion du réseau de distribution :

Dans cette section, nous allons réaliser une analyse approfondie du réseau de distribution afin de localiser les points critiques et de mieux comprendre son comportement hydraulique en conditions réelles. Cette démarche repose sur l'utilisation de simulations effectuées à l'aide du logiciel WaterCAD, permettant d'identifier les zones sensibles du réseau, les déséquilibres éventuels de pression ou de débit, ainsi que les tronçons susceptibles de nécessiter des interventions correctives.

V.4.1 Détermination des segments critique :

Après la mise en place des vannes d'isolation dans notre réseau de distribution, il devient possible de déterminer les segments les plus critiques en cas de fuite ou de rupture. En analysant les zones qui seraient isolées en cas d'incident, on peut identifier les sections du réseau dont la défaillance aurait le plus grand impact sur l'alimentation en eau. Ces segments critiques, ainsi que leurs pièces spéciales (raccords, vannes, coudes, etc.), devront faire l'objet d'une surveillance renforcée et d'un entretien préventif prioritaire, afin de limiter les interruptions de service et d'assurer une gestion plus fiable et proactive du réseau.

Ce schéma illustre les segments du réseau définis à partir de l'emplacement des vannes d'isolement. Cette segmentation permet de visualiser les portions du réseau qui peuvent être isolées en cas d'incident.

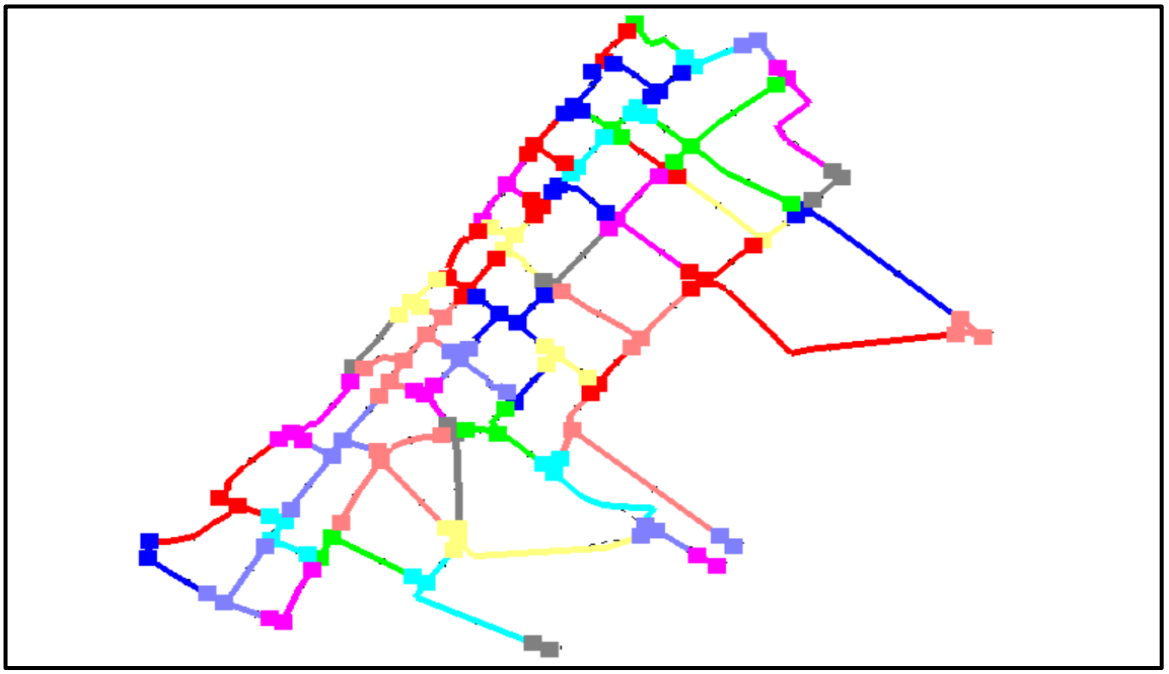


Figure V-1: Illustration des différents segments en cas d'isolation.

Les paramètres pris en considération pour déterminer les segments critiques du réseau sont principalement le nombre de nœuds d'isolation impactés ainsi que la longueur de chaque segment. En combinant ces deux critères, nous avons pu identifier les segments dont l'interruption aurait le plus grand impact sur la continuité du service. Les segments les plus critiques ont ainsi été distingués et sont présentés dans la figure suivante.

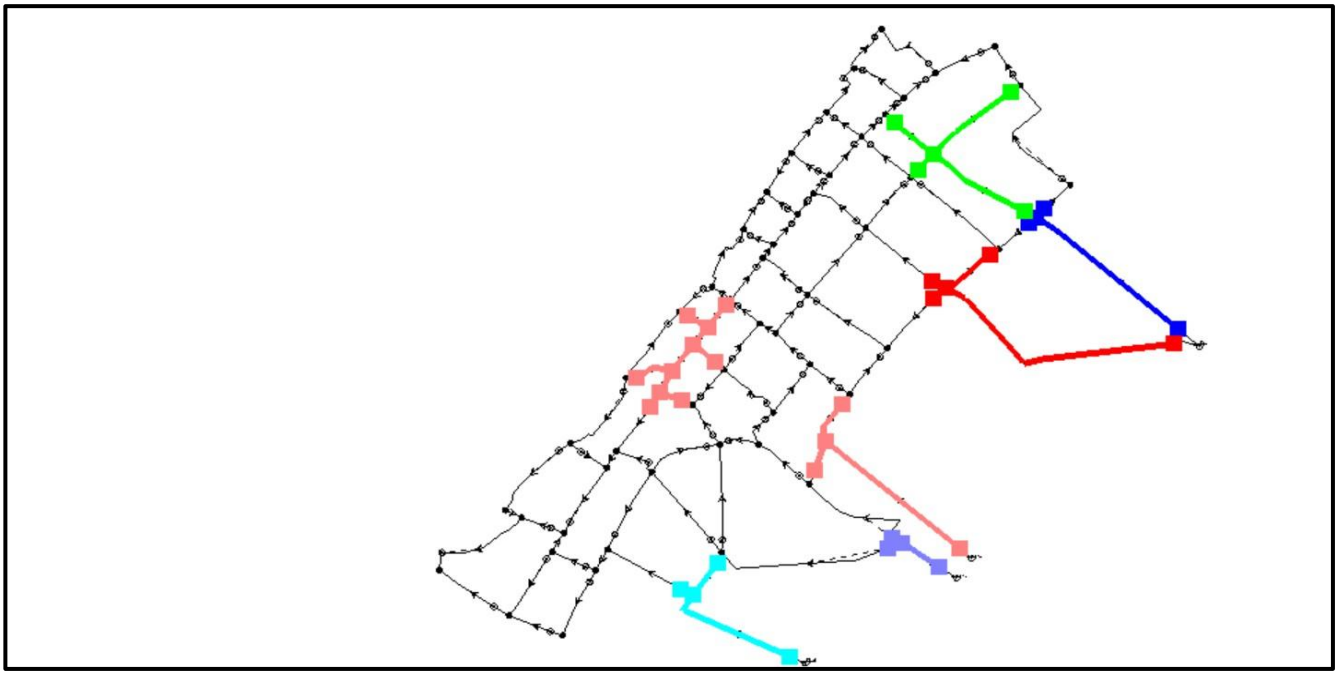


Figure V-2: Les segments critiques du réseau.

	Segment	Affected Elements <Count>	Isolation Nodes <Count>	Pipes <Count>	Segment Color
	Segment - 8	4	6	9	255,128,128
	Segment - 16	1	3	3	255,128,128
	Segment - 19	1	4	4	0,0,255
	Segment - 26	1	4	4	0,255,0
	Segment - 27	1	3	3	0,255,255
	Segment - 36	1	3	3	128,128,255
	Segment - 39	1	4	4	255,0,0

Figure V-3: Légende des segments critiques du réseau.

Le tableau ci-dessus présente une synthèse des caractéristiques des segments du réseau identifiés à partir de l'emplacement des vannes d'isolement. Pour chaque segment, plusieurs informations essentielles sont fournies :

- **Éléments affectés** : ce chiffre indique le nombre de nœuds situés à l'intérieur du segment concerné, qui seront isolés automatiquement en cas de fermeture des vannes associées à ce segment.

- **Nœuds d'isolement** : ce paramètre représente le nombre de jonctions (chemins) qui seront fermées pour permettre l'isolement complet du segment, ce qui donne une idée de la complexité de l'intervention.
- **Tronçons** : cette colonne donne le nombre de conduites (pipes) qui composent chaque segment, et donc qui seront désactivées lors d'une coupure.

V.4.2 Détermination de la provenance de l'eau dans les nœuds :

Pour bien comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau en cas d'isolement d'un réservoir, que ce soit pour des opérations de nettoyage ou de maintenance, il est essentiel de connaître les nœuds alimentés par ce réservoir, ainsi que le pourcentage de leur alimentation qui en dépend. Cette analyse permet d'évaluer l'impact de l'arrêt temporaire d'un réservoir sur la distribution globale. Ainsi, nous allons étudier, pour chaque réservoir, les zones qu'il dessert et le tracé de son influence dans le réseau, afin de proposer une gestion adaptée en cas d'intervention.

- **Réservoir Macine 1 et 2 :**

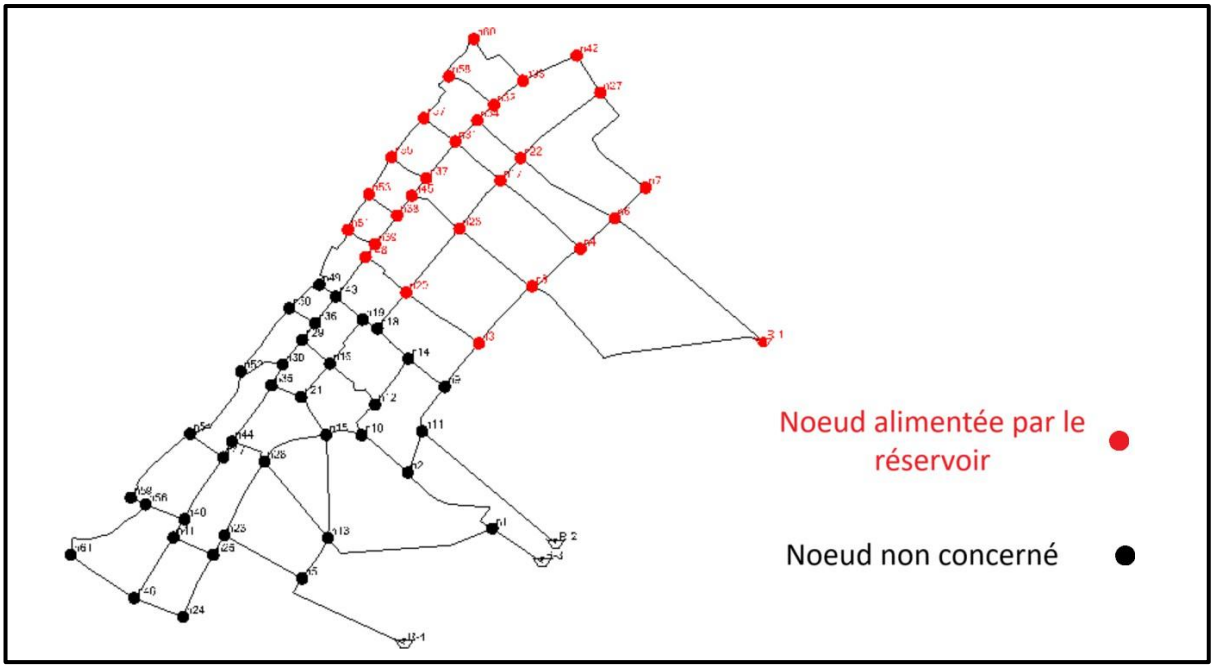


Figure V-4: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Macine 1 et 2.

Le tableau suivant présente les nœuds alimentés par ce réservoir, ainsi que le pourcentage de leur alimentation provenant de celui-ci.

Tableau V-2: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Macine1 et 2).

Noeud	Trace (%)	Noeud	Trace (%)
n4	100	**n58**	98,7
n6	100	**n57**	98,4
n42	100	**n37**	95,7
n27	100	**n55**	95,7
n7	100	**n26**	95,7
n8	100	**n45**	95,7
n33	99,8	**n38**	84,8
n22	99,8	**n53**	66,2
n32	99,4	**n3**	18,1
n17	99,4	**n20**	9,9
n34	99,4	**n39**	8,6
n31	99,1	**n48**	8,6
n60	98,9	**n51**	7,1

- **Réservoir Kouba 2 (600 m^3) :**

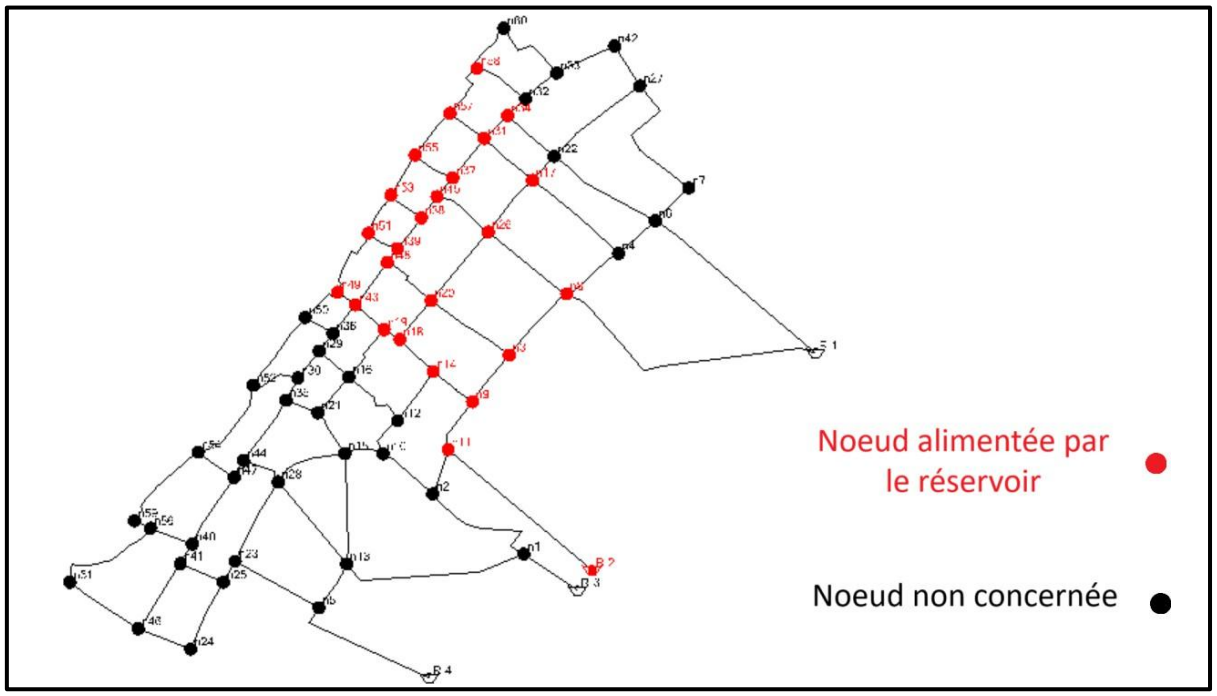


Figure V-5: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Kouba 2.

Pour le réservoir Kouba 2, on a les résultats suivants :

Tableau V-3: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Kouba 2).

Noeud	Trace (%)	Noeud	Trace (%)
n11	89,1	**n50**	20,4
n9	89,1	**n38**	12,3
n14	77,8	**n37**	3,6
n18	77,8	**n26**	3,6
n20	75,2	**n45**	3,6
n39	73,6	**n55**	3,5
n48	73,6	**n57**	1,3
n3	73	**n58**	1,1
n51	71,8	**n60**	0,9
n19	65,2	**n31**	0,7
n49	63	**n32**	0,5
n43	63	**n17**	0,5
n53	26,5	**n34**	0,5

- **Réservoir Kouba 1 (2400 m^3) :**

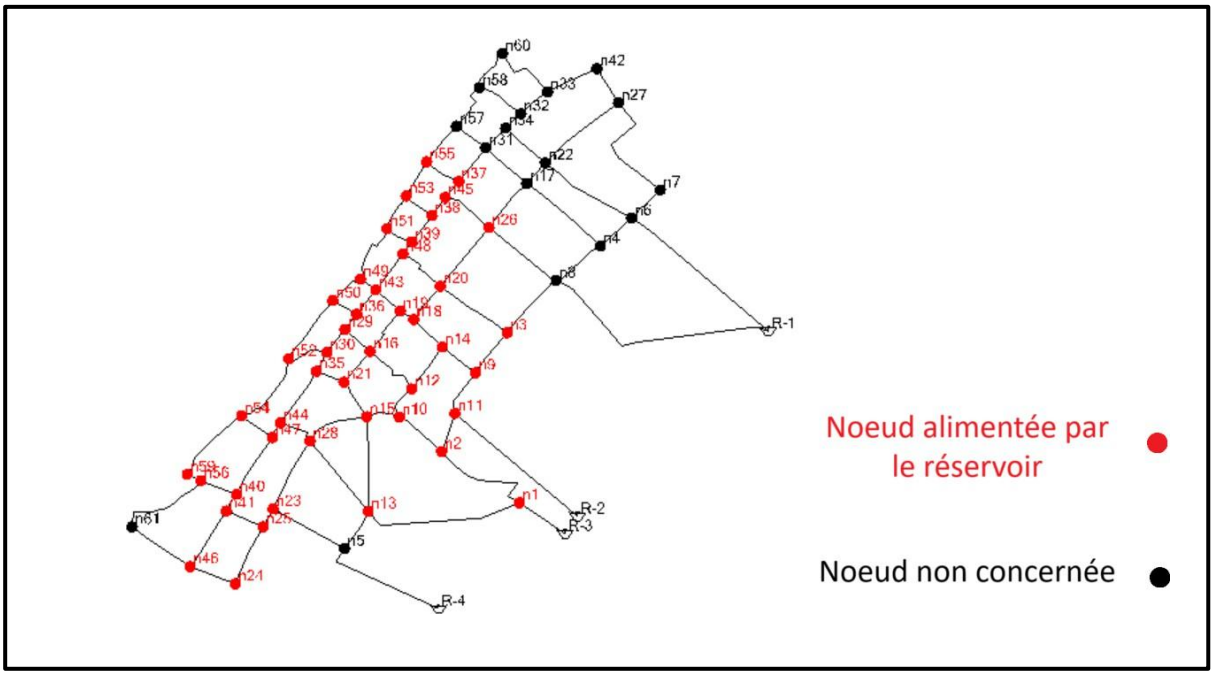


Figure V-6: Figure de la zone alimentée par les réservoirs Kouba 1.

Pour le réservoir Kouba 1, les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau V-4: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir Kouba 1).

Noeud	Trace (%)	Noeud	Trace (%)
n12	100	**n39**	17,8
n16	100	**n48**	17,8
n10	100	**n20**	14,9
n2	100	**n11**	10,9
n1	100	**n9**	10,9
n29	98,9	**n3**	8,9
n36	98,9	**n53**	7,3
n54	90,4	**n25**	6,6
n59	90,4	**n41**	6,6
n52	90,4	**n46**	6,6
n30	90,4	**n24**	6,6
n35	90,4	**n23**	6,6
n21	90,4	**n38**	2,8
n15	89,9	**n37**	0,7
n50	76,7	**n55**	0,7
n47	67,5	**n26**	0,7
n44	57,5	**n45**	0,7
n28	51,9		
n13	51,9		
n56	41,9		
n49	36,9		
n43	36,9		
n19	34,8		
n61	30,8		
n14	22,2		
n18	22,2		
n51	21		
n40	20		
n39	17,8		

- **Réservoir R-5 (600 m^3) :**

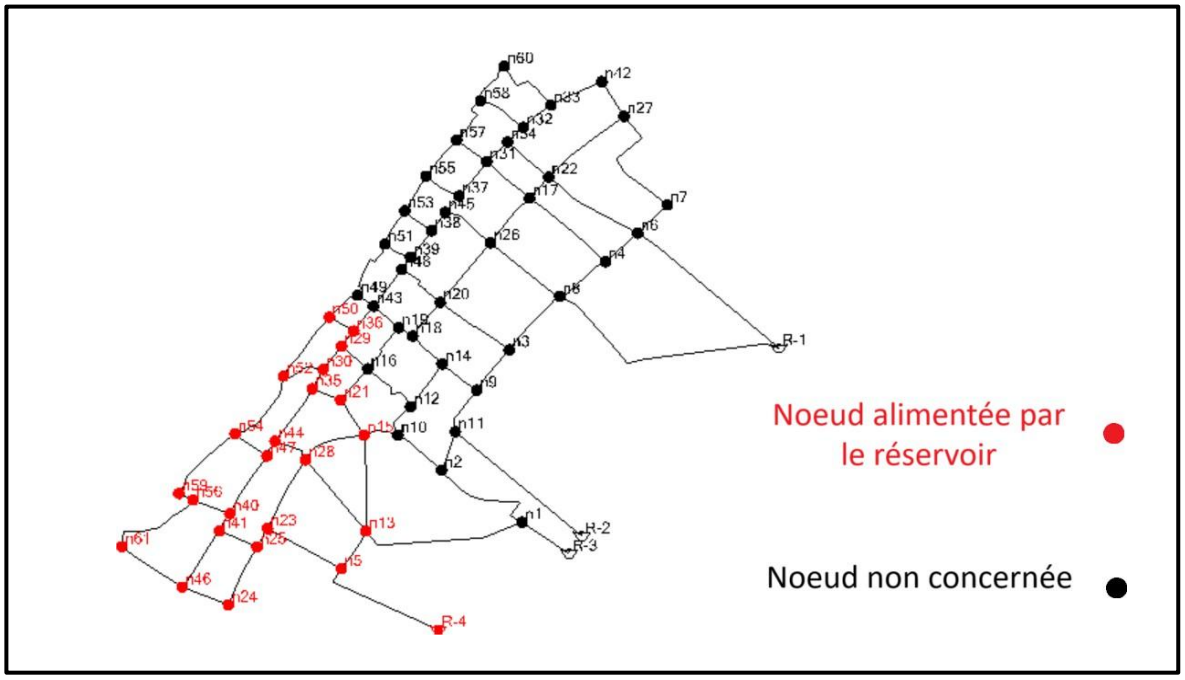


Figure V-7: Figure de la zone alimentée par les réservoirs R-5.

En ce qui concerne le réservoir R-5, les résultats sont les suivants :

Tableau V-5: Pourcentage d'alimentation des nœuds (réservoir R-5).

Noeud	Trace (%)	Noeud	Trace (%)
n5	100	**n15**	10,1
n25	93,4	**n54**	9,6
n41	93,4	**n59**	9,6
n46	93,4	**n52**	9,6
n24	93,4	**n30**	9,6
n23	93,4	**n35**	9,6
n40	80	**n21**	9,6
n61	69,2	**n50**	2,9
n56	58,1	**n29**	1,1
n28	48,1	**n36**	1,1
n13	48,1		
n44	42,5		
n47	32,5		

V.4.3 Estimation du temps de séjour de l'eau dans les conduites :

Il est également possible d'estimer la valeur du temps de séjour de l'eau dans les conduites afin d'évaluer le risque de stagnation dans le réseau de distribution. Ce paramètre est important, car un temps de séjour trop élevé peut favoriser la dégradation de la qualité de l'eau, notamment en termes de goût, d'odeur ou de développement bactérien. L'analyse du temps de séjour permet ainsi de repérer les zones à faible renouvellement et de proposer des ajustements pour améliorer la circulation de l'eau et garantir sa qualité jusqu'au point de consommation.

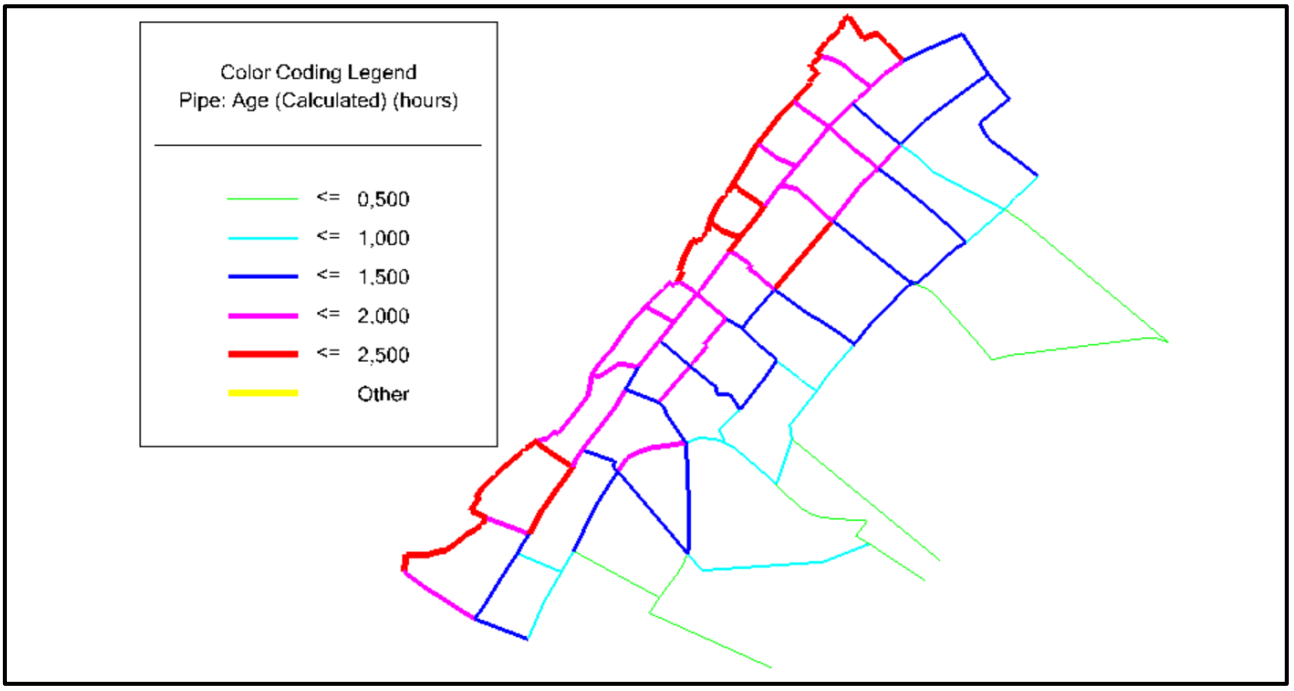


Figure V-8: Résultats de la simulation de temps de séjour de l'eau.

À la suite de la simulation du temps de séjour sur une période de 100 heures, les résultats montrent que la valeur maximale observée ne dépasse pas 2 heures et demie. Cette durée relativement courte indique que l'eau circule efficacement dans l'ensemble du réseau, réduisant ainsi les risques de stagnation. Par conséquent, on peut conclure que le risque de détérioration de la qualité de l'eau est faible, ce qui témoigne d'un réseau bien conçu et favorable au maintien d'une bonne qualité d'eau distribuée.

V.5 Recommandations générales pour la gestion du nouveau réseau:

- Programmer un nettoyage régulier des réservoirs d'alimentation, au minimum tous les six mois, afin d'assurer une bonne qualité d'eau et de prévenir la détérioration des équipements.

- Installer des outils de télédétection, tels que des capteurs intelligents, pour assurer un suivi en temps réel des paramètres essentiels du réseau, notamment la pression et les débits.
- Mettre en place un système de détection rapide des fuites et intervenir dans les plus brefs délais pour limiter les pertes d'eau et préserver l'intégrité du réseau.
- Lutter contre les branchements illicites, en particulier ceux destinés à l'irrigation. En effet, selon l'**ADE** de Timimoun, le taux de production est largement supérieur à la consommation réelle, ce qui laisse présumer un usage non autorisé de l'eau potable.
- Surveiller et gérer durablement la ressource disponible, en tenant compte des capacités de production et des besoins réels à chaque horizon.
- Établir un calendrier d'entretien périodique pour les différents composants du réseau (pompes, vannes, réservoirs...), afin d'assurer un fonctionnement optimal et durable du système.
- Utiliser un Système d'Information Géographique (SIG) pour visualiser, suivre et gérer efficacement les données du réseau (infrastructures, qualité de l'eau, zones desservies), et faciliter la maintenance et la prise de décision.

V.6 Conclusion :

Ce chapitre a permis d'évaluer plusieurs aspects clés pour une gestion optimale du réseau d'AEP. L'analyse des segments critiques à partir des vannes d'isolement a permis d'identifier les tronçons sensibles nécessitant une surveillance renforcée. La traçabilité des réservoirs a révélé les zones alimentées par chacun d'eux, facilitant la planification des interventions. Enfin, la simulation du temps de séjour a montré une durée maximale de 2h30, indiquant un risque de stagnation très faible et donc une bonne qualité d'eau dans l'ensemble du réseau. Ces résultats renforcent les bases d'une gestion durable et efficace du système.

Chapitre VI :
Devis quantitatif et estimatif.

Chapitre VI

Devis quantitatif et estimatif.

VI.1 Introduction :

L'élaboration d'un devis quantitatif et estimatif constitue une étape essentielle dans la planification d'un projet d'AEP, car elle permet de préciser les quantités de matériaux, les volumes de travaux et les coûts associés à la réalisation des ouvrages. Ce chapitre vise à établir une évaluation détaillée des travaux prévus, en se basant sur les éléments techniques définis dans les chapitres précédents.

VI.2 Calcul des volumes des travaux :

La mise en œuvre d'un **réseau d'alimentation en eau potable (AEP)** sur le terrain suit une succession d'étapes techniques précises permettant d'assurer une pose correcte des conduites et la stabilité de l'ouvrage. Tout d'abord, on procède au **décapage de la terre végétale**, consistant à enlever la couche superficielle du sol sur une faible profondeur. Ensuite vient l'**exécution des tranchées**, qui correspond à l'opération de déblais, où les terres extraites sont stockées temporairement à côté de la fouille. Une fois la tranchée creusée, on réalise la **pose d'un lit de sable** d'au moins 10 cm d'épaisseur, servant à drainer le fond et à protéger les conduites. Cette étape est suivie par la **pose des canalisations**, en veillant à leur bon alignement. Après la pose, on effectue le **remblayage** des tranchées avec les déblais, puis un **nivellement et compactage** du sol est réalisé pour garantir la stabilité et éviter les tassements ultérieurs. Ces étapes sont fondamentales pour la réussite du projet, tant sur le plan technique qu'en termes de durabilité. (**Kahlerras,** 2018)

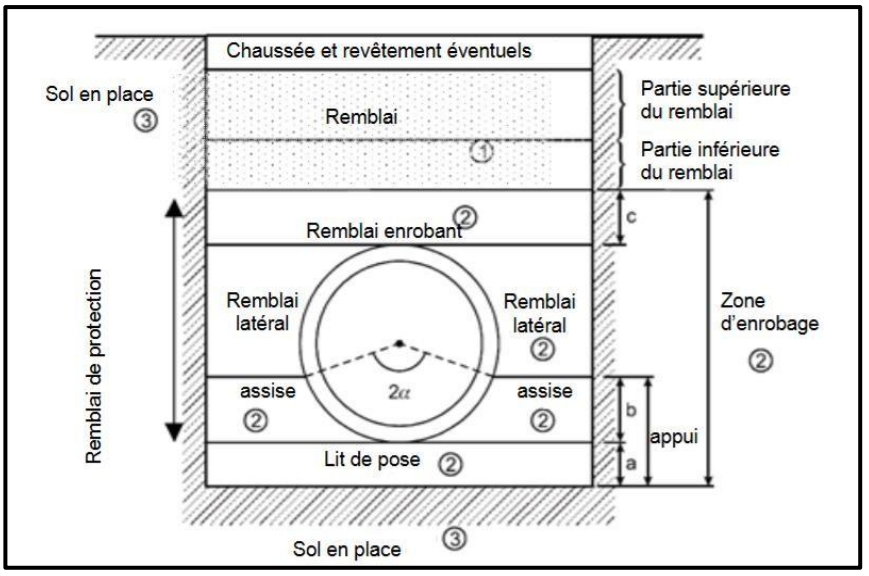


Figure VI-1: Schéma de la pose de conduite.

VI.2.1 Equipement et accessoire :

Lors de la mise en place des conduites dans un réseau d'AEP, il est essentiel de l'équiper avec les accessoires hydrauliques nécessaires pour assurer un bon fonctionnement et une gestion efficace du réseau. Parmi ces équipements, on retrouve notamment **les vannes d'isolement**, qui permettent de couper des sections précises du réseau en cas de fuite ou d'entretien. En cas de croisement de plusieurs conduites, le nombre de vannes à installer doit être égal au nombre de branchements moins un, et celles-ci doivent toujours être placées sous une bouche à clé pour permettre un accès rapide. Le réseau doit également être doté de **bouches ou poteaux d'incendie**, disposés tous les 200 mètres maximum, afin de garantir une intervention rapide en cas de sinistre. Enfin, il est important d'intégrer des **dispositifs de mesure de débit et de pression** pour surveiller en temps réel le comportement hydraulique du réseau et anticiper toute anomalie.

VI.2.2 Calcul de la profondeur de la tranchée :

$$\mathbf{H_{tr} = H_{min} + D_{ex} + e} \qquad \mathbf{(m)} \qquad \mathbf{VI.1}$$

Avec :

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

$\mathbf{H_{min}}$: hauteur verticale au-dessus de la génératrice supérieure de La conduite [80 à 120cm] On prend H_{min}=1m.

$\mathbf{D_{ex}}$: diamètre extérieur de la conduite (m).

e : épaisseur de lit du pose [10 à 30cm] on prend e=0.2m.

VI.2.3 Calcul de la largeur de la tranchée :

$$\mathbf{B = D_{ex} + (0{,}3 \times 2)} \qquad \mathbf{(m)} \qquad \mathbf{VI.2}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m).

$\mathbf{D_{ex}}$: diamètre extérieur de la conduite (m).

VI.2.4 Volume de décapage de la couche végétale ou goudron :

$$\mathbf{Vc = B \times h \times L} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.3}$$

Avec :

Vc : volume de la couche (m^3)

B : largeur de la tranchée (m).

h : hauteur de la couche (h=0.15m).

L : longueur totale des tranchées (m).

VI.2.5 Volume du déblai :

$$\mathbf{Vd = L \times H_{tr} \times B} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.4}$$

Avec :

$\mathbf{V_d}$: volume de déblai (m^3).

L : la longueur de la tranche.

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

B : largeur de la tranchée (m).

VI.2.6 Volume du lit de sable :

$$\mathbf{Vs = L \times e \times B} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.5}$$

Avec :

Vs : volume de la couche de lit de sable (m^3).

L : longueur de la tranchée (m).

e : épaisseur de lit du pose (e= 0,2m).

B : largeur de la tranchée (m).

VI.2.7 Volume du remblai :

$$\mathbf{Vr = Vd - (Vs + V_{con})} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.6}$$

Avec :

Vr : volume du remblai (m^3).

Vd : volume du déblai (m^3).

Vs : volume du lite de sable (m^3).

$\mathbf{V_{con}}$: volume de la conduite (m^3).

Les résultats des volumes obtenus pour le réseau de distribution et le système d'adduction sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau VI-1: Calcul des différents volumes pour les travaux de terrassements.

D (mm)	L (m)	B (m)	H (m)	V_c (m^3)	V_d (m^3)	V_S (m^3)	$V_{conduite}$ (m^3)	V_r (m^3)
Adduction								
200	4135	0,8	1,4	496,2	4631,2	661,6	129,839	3839,761
500	22169	1,1	1,7	3657,885	41456,03	4877,18	4350,666	32228,18
Réseau de distribution								
63	5184	0,663	1,263	515,5488	4340,921	687,3984	16,15161	3637,371
75	5468	0,675	1,275	553,635	4705,898	738,18	24,14464	3943,573
90	1194	0,69	1,29	123,579	1062,779	164,772	7,592049	890,4154
110	9089	0,71	1,31	967,9785	8453,679	1290,638	86,33187	7076,709
125	5382	0,725	1,325	585,2925	5170,084	780,39	66,01359	4323,68
160	5722	0,76	1,36	652,308	5914,259	869,744	114,9893	4929,526
200	8045	0,8	1,4	965,4	9010,4	1287,2	252,613	7470,587
250	8878	0,85	1,45	1131,945	10942,14	1509,26	435,5769	8997,298
315	4581	0,915	1,515	628,7423	6350,297	838,323	356,8215	5155,152
400	5949	1	1,6	892,35	9518,4	1189,8	747,1944	7581,406
500	618	1,1	1,7	101,97	1155,66	135,96	121,2825	898,4175

VI.2.8 Travaux du châteaux d'eau :

On va procéder au calcul des volumes des travaux pour un château d'eau surélevé, en se basant sur les caractéristiques techniques suivantes :

Tableau VI-2: Caractéristiques de château.

Capacité V (m^3)	Diamètre Intérieur D (m)	Epaisseur Du radier a (m)	Epaisseur Des parois b (m)	Flèche de la coupole f (m)	Hauteur du réservoir H (m)	Surélévation T (m)
100	5	0.3	0.2	1.3	5	15

- **Diamètre extérieur :**

$$\mathbf{D_{ext} = D_{int} + 2b} \qquad \mathbf{(m)} \qquad \mathbf{VI.7}$$

Avec :

$\mathbf{D_{int}}$: Diamètre intérieur (m).

b : épaisseur de la parois (m).

- **Volume du décapage :**

On a choisie une base du château carrée (3 × 3 × 1,2)m donc le volume sera :

$$\mathbf{V_{déc} = S_{base} \times e_{déc}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.8}$$

Avec :

e : épaisseur de décapage (e=0.1m).

S : surface de réservoir (S= 9 m2).

- **Volume du déblai :**

$$\mathbf{V_d = S_{base} \times \boldsymbol{h}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.9}$$

Avec :

h : hauteur de terrassement.(h = 1,5 m)

- **Volume du béton de propreté :**

$$\mathbf{V_{bp} = S_{base} \times e_{bp}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.10}$$

Avec :

$\mathbf{e_{bp}}$: L'épaisseur de béton de propreté (e=0.1 m) .

- **Volume du béton armé de la base :**

$$\mathbf{V_{bb} = S_{base} \times h_{base}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.11}$$

Avec :

$\mathbf{h_{base}}$: Hauteur de la base $\mathbf{h_{base}}$=1,2 (m).

- **Volume du béton armé du pied de la tour :**

Et pour le pied de la tour, celui-ci présente une forme cylindrique avec un diamètre extérieur de 2 mètres et une épaisseur de paroi de 0,25 mètre.

$$\mathbf{V_{bT} = S_{pied} \times T} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.12}$$

Avec :

$\mathbf{S}_{pied}$: Surface des parois du tour.

- **Volume du béton armé du radier (fond du réservoir) :**

$$\mathbf{V_{br} = S_{réservoir} \times a} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.13}$$

Avec :

$\boldsymbol{a}$: L'épaisseur de radier (m).

- **Volume du béton armé des parois :**

$$\mathbf{V_{bap} = V_{ext} - V_{int}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.14}$$

Avec :

$\mathbf{V_{ext}}$: Le volume extérieur pour parois (m^3).

$\mathbf{V_{int}}$: Le volume intérieur pour parois (m^3).

- **Volume du béton armé de la coupole :**

$$\mathbf{V_{coupole} = S_{coupole} \times e_{coupole}} \qquad \mathbf{(m^3)} \qquad \mathbf{VI.15}$$

Avec :

$\mathbf{e_{coupole}}$: L'épaisseur de la coupole ($e_{coupole}$= 0.15m).

$\mathbf{S_{coupole}}$: La surface de coupole (m^2).

$$\mathbf{S_{coupole}= 2\pi * R_{moy} \times f} \qquad \mathbf{(m^2)} \qquad \mathbf{VI.16}$$

Avec :

f : la flèche de coupoles.

$$R_{moy} \mathbf{= (R_{int}^2 + f^2) / (2f)} \qquad \mathbf{(m)} \qquad \mathbf{VI.17}$$

R_{int} : Rayon intérieur (R_{int} = 2,5m)

Et voici les résultats des volumes obtenus, présentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-3: Les résultats des travaux du réservoir.

Volume de décapage	Volume de déblai	Volume de béton de propreté (sous la base)	Volume de béton armé (la base)	Le volume de béton armé du pied de la tour	Volume de béton armé (radier)
m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3
1	13,5	1	10,8	20,62	5,9

Le volume de béton armé des parois	Le volume de béton armé de coupole
m^3	m^3
16,34	3,74

VI.3 Devis estimatif :

Le devis estimatif et quantitatif a pour objectif de déterminer de manière précise les quantités de matériaux et d'ouvrages nécessaires à la réalisation du projet de réhabilitation du système AEP, ainsi que l'estimation globale des coûts associés. Cette étape permet de prévoir les besoins financiers, d'optimiser la planification des travaux et de garantir une gestion efficace des ressources tout au long de l'exécution du projet.

Tableau VI-4: Les devis quantitatifs et estimatifs.

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant totale (DA)
Le Réseau de distribution				
Décapage	m^3	7118,749	250	1779687,26
Déblai en terrain	m^3	66624,51	450	29981030,12
Lit de pose de sable	m^3	9491,665	1800	17084997,72
Remblaiement de la tranche	m^3	54904,13	300	16471240,38
Conduites PEHD PN10				
Ø 63	ml	5184	203,83	1056654,72
Ø 75		5468	289,41	1582493,88

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant totale (DA)
Ø 90	ml	1194	381,88	455964,72
Ø 110		9089	568,93	5171004,77
Ø 125		5382	721,36	3882359,52
Ø 160		5722	1181,58	6761000,76
Ø 200		8045	1848,65	14872389,25
Ø 250		8878	2869,93	25479238,54
Ø 315		4581	4322,93	19803342,33
Ø 400		5949	6936,23	41263632,27
Ø 500		618	10783,03	6663912,54
Le Réseau d'adduction				
Décapage	m^3	4209,645	250	1052411,3
Déblai en terrain	m^3	46605,79	450	20972605,5
Lit de pose de sable	m^3	5612,86	1800	10103148
Remblaiement de la tranche	m^3	36497,8866	300	10949366
Conduites PEHD PN10				
Ø 200	ml	4598	1848,65	8500092,7
Ø 500		22169	10783,03	239048992,1
Le réservoirs				
Décapage	m^3	1	500	500
Déblai en terrain	m^3	13,5	450	6075
Béton de propreté (sous radier)	m^3	1	13000	13000
Béton armé de la base	m^3	10,8	55000	594000
Béton armé du pied de la tour	m^3	20,62	45000	927900
Béton armé (radier)	m^3	5,9	55000	324500
Béton armé des parois	m^3	16,34	40000	653600
Béton armé de coupole	m^3	3,74	50000	187000
Somme				**485 642 139,38**

Maintenant, après l'ajout d'un pourcentage de 35 % sur les devis des conduites pour couvrir les accessoires, la main-d'œuvre et les frais divers, ainsi que l'ajout de la TVA de 19 %, le prix final estimé du projet s'élève à : **616 731 517,715 DA.**

La source des prix unitaires utilisée dans cette étude provient du catalogue des prix de l'entreprise CHIALI pour les conduites, et du bureau d'études HYDRO-TECH pour les autres travaux.

Devis en chiffre :

Six cent seize millions sept cent trente et un mille cinq cent dix-sept dinars algériens et soixante-et-onze centimes.

VI.4 Protection et sécurité de travail.

La mise en œuvre d'un projet d'alimentation en eau potable, qu'il s'agisse de travaux de réhabilitation ou de construction d'infrastructures neuves, nécessite une attention particulière aux aspects liés à la protection et à la sécurité du travail. Ce chapitre a pour objectif de présenter les mesures de prévention à mettre en place afin de garantir la sécurité des intervenants, de réduire les risques d'accidents sur les chantiers, et d'assurer un environnement de travail conforme aux réglementations en vigueur.

Nous aborderons les principaux risques professionnels associés aux travaux hydrauliques (manutention, engins, électricité, tranchées, etc.), ainsi que les dispositifs de protection collective et individuelle à adopter. Enfin, une attention particulière sera portée sur les consignes de sécurité, la formation du personnel, et les plans d'intervention en cas d'urgence, éléments essentiels pour assurer le bon déroulement des travaux dans le respect de la santé et de la sécurité de tous.

VI.4.1 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

Dans un chantier hydraulique, les accidents de travail sont généralement liés à des conditions dangereuses ou à des comportements à risque, et résultent principalement de deux types de facteurs :

- **Facteurs humains :**

- Manque de vigilance ou de contrôle, et négligence.
- Fatigue des ouvriers, absence de maîtrise ou de supervision.
- Encombrement sur le chantier lors des différentes phases des travaux.

- Erreurs de jugement ou de décision.
- Précipitation ou mauvaise coordination entre les étapes d'exécution.
- Adoption d'un rythme de travail non adapté.

➢ **Facteurs matériels :**

- Utilisation d'outillage, de machines ou d'engins inappropriés ou mal entretenus.
- Caractéristiques physiques des matériaux utilisés.
- Difficulté liée à la nature même des tâches à réaliser.
- Présence d'installations mécaniques et électriques exposant à des risques spécifiques.

VI.4.2 Liste des activités dangereuses sur un chantier hydraulique :

➢ Travaux de terrassement et tranchées

- Creusement des tranchées (risque d'éboulement, chute de hauteur).
- Présence de câbles ou conduites enterrés non identifiés (électrocution, fuites).
- Circulation et manœuvre d'engins de chantier à proximité du personnel.

➢ **Pose et raccordement de conduites**

- Manipulation de tuyaux lourds ou encombrants (écrasement, chute).
- Travaux en fond de tranchée (risques liés à l'enfouissement ou au manque d'oxygène).
- Soudure ou collage de conduites (produits chimiques, brûlures).

➢ **Construction du château d'eau**

- Travaux en hauteur (coffrage, ferraillage, coulage du béton).
- Chutes d'objets, outils ou matériaux depuis les échafaudages.
- Effondrement partiel lors du décoffrage ou de la mise en charge.

➢ **Travaux de levage et de manutention**

- Levage de charges lourdes (cuves, éléments préfabriqués, armatures).
- Mauvaise manipulation des équipements de levage (câbles, poulies, crochets).

➢ **Travaux électriques et électromécaniques**

- Raccordement d'armoires électriques, pompes, éclairage.
- Risque d'électrocution, de court-circuit ou d'explosion.
- Travaux sous tension ou absence de mise à la terre.

➢ **Soudure, découpe, étanchéité**

- Risque de brûlures, incendies ou émanations toxiques.
- Mauvaise ventilation dans les espaces confinés.

➢ **Travaux de nettoyage et d'entretien**

- Accès difficile (réservoirs, puits, regards).
- Présence de gaz ou vapeurs toxiques dans les zones fermées.

➢ **Autres risques généraux sur le chantier**

- Glissades, chutes de plain-pied sur surfaces boueuses ou encombrées.
- Exposition prolongée au soleil ou à la chaleur (risque de coup de chaleur).
- Bruit intense (machines, marteaux-piqueurs).
- Mauvaise signalisation ou circulation de véhicules sur le site.

VI.4.3 Mesures préventives pour éviter les risques des accidents de travail :

➢ **Équipements de protection individuelle (EPI) :**

Sur un chantier hydraulique, le port des équipements de protection individuelle (EPI) est indispensable pour assurer la sécurité des travailleurs face aux nombreux risques présents. Ces équipements comprennent notamment le casque de chantier pour prévenir les chocs à la tête, les gants de protection contre les coupures ou produits chimiques, les chaussures de sécurité renforcées contre les écrasements, ainsi que les gilets fluorescents pour une meilleure visibilité. Selon les tâches, d'autres EPI peuvent être nécessaires, comme les lunettes de protection, les masques respiratoires, ou encore les harnais de sécurité pour les travaux en hauteur. L'utilisation correcte et systématique de ces équipements contribue fortement à la prévention des accidents sur le chantier.

➢ **Moyens de protection collective :**

Les moyens de protection collective jouent un rôle essentiel dans la prévention des risques sur un chantier hydraulique. Parmi ces moyens, on distingue la protection par éloignement, qui consiste à limiter l'accès aux zones dangereuses à l'aide de balisages ou de déviations. On retrouve aussi la protection par obstacle, telle que l'installation de rambardes ou de barrières de sécurité pour empêcher les chutes. D'autres dispositifs visent la protection par atténuation d'une nuisance, en réduisant les risques liés au bruit, à la poussière ou aux gaz par des solutions comme l'insonorisation, l'aspiration ou la ventilation. Enfin, la protection par consignation

consiste à neutraliser une fonction dangereuse (mécanique, électrique, hydraulique…) avant toute intervention, pour assurer la sécurité du personnel.

VI.5 Conclusion :

Ce chapitre a permis d'évaluer les quantités de travaux et d'estimer les coûts liés à la réalisation du nouveau système d'alimentation en eau potable, incluant les conduites, les terrassements, et le château d'eau surélevé.

Après l'ajout de 35 % pour les accessoires et la main-d'œuvre, ainsi que 19 % de TVA, le coût total estimé du projet s'élève à 616 731 517,715 DA. Ce montant servira de base pour la planification financière du projet.

Conclusion générale

Conclusion générale:

Dans le cadre de ce travail, nous avons entrepris une étude complète visant la réhabilitation et l'optimisation du système d'alimentation en eau potable (AEP) du chef-lieu de la commune de Timimoun, dans une logique de durabilité et d'amélioration de la qualité de service à l'horizon 2055.

L'étude a commencé par une évaluation des besoins futurs en eau potable pour une population projetée de 48 824 habitants à l'horizon 2055, avec une demande journalière estimée à 18 644,66 m^3/j. Un diagnostic du système existant a ensuite révélé plusieurs dysfonctionnements, notamment un réseau de distribution surdimensionné, la présence de conduites vétustes en amiante-ciment et de nombreuses fuites. Pour l'adduction, le transfert actuel depuis le champ de captage fonctionne de manière inefficace, bien que le fonctionnement hydraulique reste globalement acceptable.

En réponse à ces constats, nous avons proposé une restructuration quasi-totale du réseau de distribution, avec le choix d'un réseau maillé pour assurer une meilleure répartition des pressions et une fiabilité accrue.

Pour améliorer le système d'adduction, nous avons proposé la mise en place d'un réservoir tampon pour regrouper les débits de tous les forages, suivi d'un transfert gravitaire vers les réservoirs d'alimentation. Une nouvelle conduite en PEHD DN 500 PN 10 a été projetée en parallèle de l'existante, assurant une pente suffisante, réduisant l'effort des pompes et les coûts d'exploitation.

Une série de simulations hydrauliques à l'aide du logiciel WATERCAD ont été réalisées pour différents scénarios : consommation de pointe, cas d'incendie. Des tests ont également été menés pour évaluer le risque de coup de bélier, concluant à l'absence de danger.

Enfin, un devis quantitatif et estimatif a été établi pour l'ensemble du projet. Après l'ajout des accessoires, de la main-d'œuvre (35 %), et des taxes (TVA 19 %), le coût total du projet est estimé à 616 731 517,715 DA.

Ainsi, cette mémoire offre une vision complète, rationnelle et évolutive du système AEP de Timimoun, en apportant des solutions réalistes et techniquement viables. Ce travail constitue une base solide pour la mise en œuvre d'un projet structurant en matière de gestion de l'eau dans cette région saharienne.

Références bibliographiques :

Catalogue des conduites en PEHD CHIALI.

Conrad, G. (1969). *L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien:(Saoura, Erg Chech-Tanezrouft, Ahnet-Mouydir)* (Vol. 10). Éditions du Centre national de la recherche scientifique.

D.KAHLERRAS, (2018) polycopie organisation de chantier ENSH, Soumaa2018.

Laaboudi, O. S. et al. (2009). *Géoaquifère : Rapport Final*. Observatoire du Sahara et du Sahel.

LEFRANC, J-P. CONRAD, J. C. N.R.S. France, 1974. Carte géologique de Timimoun (1/500 000). FeuilleNH-31-SO. SGA.

Mémoire fin d'étude : Gestion du réseau d'alimentation en eau potable du pôle urbain-Ahmed ZABANA- (Wilaya d'Oran) Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib 2024.

PNE Plan nationale d'eau Avril 2010.

Renaud, E., & Charriere, S. (2016). Les diagnostics structurels. *Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable volume II: Optimiser ses pratiques pour un service durable et performant*, *2*(5.2), 117.

RPA Règles Parasismiques Algériennes ,2024.

SALAH BOUALEM, 2014. Cours d'alimentation en eau potable. ENSHBLIDA.

Les

Annexes

Annexes 1:

Paramètres hydrauliques du réseau existant

- **Etat des nœuds dans le cas de pointe:**

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n1	292,80	0,1	307,79	14,99
Noeud n2	291,49	0,11	307,62	16,12
Noeud n3	291,70	0,54	307,79	16,09
Noeud n4	290,88	0,4	307,62	16,74
Noeud n5	292,15	0,1	308,22	16,07
Noeud n6	290,40	0,11	307,62	17,21
Noeud n7	291,48	0,5	308,22	16,75
Noeud n8	290,03	0,15	307,78	17,75
Noeud n9	295,51	0,53	310,67	15,17
Noeud n10	293,91	0,68	310,66	16,75
Noeud n11	295,20	0,59	311,22	16,02
Noeud n12	293,31	0,08	310,64	17,33
Noeud n13	293,28	0,79	310,65	17,37
Noeud n14	295,11	0,68	311,94	16,83
Noeud n15	290,82	0,05	310,24	19,42
Noeud n16	290,70	0,57	310,24	19,54
Noeud n17	290,39	0,19	310,22	19,83
Noeud n18	290,42	0,1	310,24	19,82
Noeud n19	298,37	0,71	313,71	15,34
Noeud n20	297,17	0,25	313,66	16,48
Noeud n21	291,66	0,44	311,7	20,03
Noeud n22	291,52	0,08	311,7	20,18
Noeud n23	296,52	0,69	313,7	17,19
Noeud n24	304,75	5,02	318,42	13,67
Noeud n25	297,20	0,29	316,27	19,07
Noeud n26	301,06	0,97	318,48	17,42

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n27	296,73	0,4	316,27	19,54
Noeud n28	309,41	5,26	322,52	13,1
Noeud n29	296,97	0,52	316,57	19,6
Noeud n30	296,92	0,3	316,57	19,65
Noeud n31	296,21	0,39	316,28	20,06
Noeud n32	298,39	0,21	318,15	19,75
Noeud n33	296,00	0,63	316,27	20,26
Noeud n34	299,93	2,05	318,03	18,1
Noeud n35	300,75	0,95	318,42	17,67
Noeud n36	295,29	0,72	316,27	20,98
Noeud n37	295,32	1,29	316,3	20,98
Noeud n38	295,89	0,45	316,57	20,67
Noeud n39	295,87	0,04	316,57	20,69
Noeud n40	295,12	0,09	316,27	21,15
Noeud n41	295,65	0,37	316,57	20,91
Noeud n42	297,13	0,37	318,18	21,04
Noeud n43	294,79	0,58	316,28	21,48
Noeud n44	306,76	1,23	322,36	15,6
Noeud n45	294,19	0,36	316,27	22,08
Noeud n46	294,24	0,58	316,3	22,05
Noeud n47	294,06	0,76	316,27	22,21
Noeud n48	297,31	0,14	317,65	20,33
Noeud n49	294,63	0,96	316,58	21,94
Noeud n50	299,08	0,38	318,41	19,32
Noeud n51	294,47	0,51	316,62	22,15
Noeud n52	293,54	0,19	316,27	22,72
Noeud n53	293,52	1,06	316,28	22,76
Noeud n54	296,41	1,21	317,59	21,18
Noeud n55	296,33	0,62	317,58	21,25
Noeud n56	292,83	1,2	316,27	23,44
Noeud n57	292,89	0,23	316,32	23,42

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n58	294,45	0,43	317,16	22,7
Noeud n59	294,45	0,86	317,16	22,7
Noeud n60	294,45	0,69	317,18	22,72
Noeud n61	294,50	0,63	317,17	22,67
Noeud n62	294,45	0,31	317,16	22,71
Noeud n63	294,45	1,09	317,16	22,71
Noeud n64	294,40	0,38	317,17	22,77
Noeud n65	294,45	1,74	317,24	22,79
Noeud n66	291,95	0,54	316,32	24,37
Noeud n67	292,01	0,37	316,33	24,33
Noeud n68	297,06	0,39	318,42	21,36
Noeud n69	294,92	1,54	317,65	22,73
Noeud n70	294,49	0,4	317,49	22,99
Noeud n71	302,86	1,58	321,85	18,99
Noeud n72	299,08	7,89	319,4	20,32
Noeud n73	302,01	5,59	320,83	18,82
Noeud n74	291,05	0,36	316,36	25,31
Noeud n75	305,76	2,21	324,63	18,88
Noeud n76	293,25	0,99	317,36	24,11
Noeud n77	290,75	0,23	316,36	25,61
Noeud n78	303,17	1,54	322,5	19,33
Noeud n79	290,18	0,38	316,06	25,88
Noeud n80	292,64	1,29	317,24	24,6
Noeud n81	301,89	0,7	322	20,12
Noeud n82	301,89	0,1	322,08	20,19
Noeud n83	301,89	1,75	322,08	20,19
Noeud n84	301,89	1,39	322,1	20,21
Noeud n85	301,89	2,07	322,11	20,22
Noeud n86	290,24	0,46	316,47	26,24
Noeud n87	289,16	0,37	316,05	26,89
Noeud n88	289,50	0,57	316,36	26,86

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n89	288,71	0,57	316,07	27,36
Noeud n90	299,48	0,33	320,71	21,23
Noeud n91	303,58	1,58	324,62	21,04
Noeud n92	299,30	0,67	320,71	21,41
Noeud n93	287,92	0,73	316,07	28,14
Noeud n94	298,85	0,64	320,67	21,82
Noeud n95	287,50	0,06	315,93	28,43
Noeud n96	287,60	0,3	315,98	28,37
Noeud n97	288,79	0,85	316,54	27,76
Noeud n98	287,50	0,45	315,96	28,46
Noeud n99	287,84	0,81	316,22	28,38
Noeud n100	287,39	0,28	315,93	28,54
Noeud n101	288,07	0,71	316,34	28,27
Noeud n102	287,00	0,06	315,79	28,79
Noeud n103	287,30	0,21	315,91	28,61
Noeud n104	287,00	0,06	315,8	28,8
Noeud n105	288,62	0,91	316,47	27,85
Noeud n106	287,22	0,34	315,94	28,72
Noeud n107	286,98	0,08	315,91	28,93
Noeud n108	286,72	0,06	315,81	29,09
Noeud n109	287,00	0,27	315,93	28,93
Noeud n110	287,00	0,06	315,93	28,93
Noeud n111	287,30	0,6	316,06	28,76
Noeud n112	286,78	0,59	315,88	29,1
Noeud n113	298,13	0,53	320,65	22,52
Noeud n114	287,08	0,14	316,06	28,98
Noeud n115	286,40	0,12	315,79	29,39
Noeud n116	289,50	1,05	317,1	27,61
Noeud n117	286,65	0,15	315,93	29,27
Noeud n118	286,30	0,14	315,8	29,5
Noeud n119	286,20	0,15	315,79	29,59

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n120	286,17	0,3	315,81	29,64
Noeud n121	286,10	0,13	315,79	29,69
Noeud n122	298,08	0,72	320,81	22,73
Noeud n123	297,74	0,38	320,67	22,93
Noeud n124	287,80	0,79	316,58	28,78
Noeud n125	286,00	0,06	315,93	29,93
Noeud n126	296,36	0,73	321,15	24,79
Noeud n127	288,85	0,56	317,26	28,41
Noeud n128	285,50	0,1	315,79	30,29
Noeud n129	294,45	8,37	319,43	24,98
Noeud n130	288,87	0,78	317,32	28,45
Noeud n131	286,65	0,78	316,46	29,81
Noeud n132	286,07	0,23	316,22	30,15
Noeud n133	285,30	0,09	315,79	30,49
Noeud n134	285,26	0,09	315,81	30,55
Noeud n135	290,00	1,92	318,49	28,49
Noeud n136	296,18	1,12	320,61	24,43
Noeud n137	288,02	2,48	317,31	29,29
Noeud n138	287,64	1,18	317,25	29,61
Noeud n139	285,06	0,27	316,07	31,01
Noeud n140	285,99	0,59	316,54	30,54
Noeud n141	295,59	0,27	320,61	25,02
Noeud n142	287,26	0,23	317,26	30
Noeud n143	290,00	0,62	319,04	29,04
Noeud n144	286,70	0,71	317,05	30,35
Noeud n145	283,83	0,43	315,86	32,04
Noeud n146	295,62	0,31	320,81	25,19
Noeud n147	289,00	1,6	319	29,99
Noeud n148	286,15	0,49	317,24	31,09
Noeud n149	290,80	2,3	318,98	28,18
Noeud n150	285,10	0,39	317,04	31,94

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n151	289,38	2,11	319,5	30,13
Noeud n152	292,85	0,46	320,36	27,51
Noeud n153	289,50	1,79	321,13	31,63
Noeud n154	293,76	6,66	322,07	28,31
Noeud n155	295,50	4,99	322,87	27,37
Noeud n156	295,30	0,15	322,87	27,57
Noeud n157	283,45	0,4	317,03	33,58
Noeud n158	283,41	0,71	317,04	33,63
Noeud n159	292,60	0,33	322,04	29,43
Noeud n160	292,58	1,15	322,05	29,47
Noeud n161	288,58	1,7	319,4	30,81
Noeud n162	293,50	1,47	322,85	29,35
Noeud n163	285,31	0,3	318,99	33,69
Noeud n164	293,30	0,23	322,85	29,55
Noeud n165	292,60	1,88	322,84	30,24
Noeud n166	281,09	0,24	317,04	35,95
Noeud n167	280,97	0,23	317,04	36,06
Noeud n168	292,00	0,75	322,82	30,82
Noeud n169	280,88	0,04	317,04	36,16
Noeud n170	280,61	0,55	317,06	36,45
Noeud n171	280,30	0,42	317,04	36,74
Noeud n172	283,48	2,51	319	35,52
Noeud n173	279,29	0,13	317,03	37,74
Noeud n174	287,75	1,26	322,03	34,28
Noeud n175	289,44	0,36	322,84	33,4
Noeud n176	278,19	0,13	317,03	38,84
Noeud n177	289,78	0,34	324,03	34,26
Noeud n178	289,78	0,43	324,05	34,27
Noeud n179	289,78	2,33	324,06	34,28
Noeud n180	286,70	0,46	321,99	35,3
Noeud n181	289,78	1,02	324,31	34,53

ID Noeud	Altitude	Demande	Côte piézométrique	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n182	289,78	2,08	324,38	34,6
Noeud n183	285,88	0,11	321,99	36,12
Noeud n184	275,76	0,16	317,05	41,29
Noeud n185	271,94	0,31	316,96	45,02
Noeud n186	275,21	0,41	318,97	43,76
Noeud n187	279,76	0,67	322,03	42,26
Noeud n188	277,41	0,21	322,02	44,61
Noeud n189	274,84	0,12	322,03	47,19
Noeud n190	274,41	0,28	322,03	47,61

- **Etat des conduites du réseau dans le cas de pointe:**

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-5,49	1,76	60,12
Tuyau p2	92,32	63	-4,9	1,57	48,44
Tuyau p3	79,65	63	3,9	1,25	31,21
Tuyau p4	287,51	63	-3,54	1,14	25,89
Tuyau p5	100,69	63	-2,88	0,92	17,52
Tuyau p6	303,31	110	8,56	0,9	8,27
Tuyau p7	39,39	63	-2,59	0,83	14,28
Tuyau p8	1086,64	176,2	16,96	0,7	2,4
Tuyau p9	513	125	7,82	0,64	3,66
Tuyau p10	275,46	63	-2,01	0,64	8,83
Tuyau p11	1794,21	250	29,32	0,6	1,38
Tuyau p12	333	147,6	9,75	0,57	2,11
Tuyau p13	198,20	63	-1,69	0,54	6,39
Tuyau p14	1255,31	141	7,82	0,5	1,74
Tuyau p15	340,14	125	6,4	0,52	2,52
Tuyau p16	193,70	110	4,6	0,48	2,56
Tuyau p17	2200	277,6	28,27	0,47	0,68
Tuyau p18	470,45	230,8	18,7	0,45	0,79
Tuyau p19	94,18	63	-1,41	0,45	4,59
Tuyau p20	251,80	125	-5,4	0,44	1,84
Tuyau p21	306,30	125	5,19	0,42	1,7
Tuyau p22	443,80	150	-7,61	0,43	1,4
Tuyau p23	1508,50	369,4	-49,68	0,46	0,48

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p24	457,81	230,8	16,62	0,4	0,64
Tuyau p25	29,75	150	7,09	0,4	1,23
Tuyau p26	871,70	277,6	22,58	0,37	0,45
Tuyau p27	1333	141	6,53	0,42	1,27
Tuyau p28	409,80	369,4	-42,87	0,4	0,37
Tuyau p29	602,36	176,2	9,45	0,39	0,84
Tuyau p30	1646	81,4	1,79	0,34	1,78
Tuyau p31	316,70	230,8	18,66	0,45	0,79
Tuyau p32	186,30	176,2	8,24	0,34	0,66
Tuyau p33	727,40	369,4	-41,64	0,39	0,35
Tuyau p34	3228	250	16,19	0,33	0,45
Tuyau p35	336,95	110	3,06	0,32	1,21
Tuyau p36	1305	277,6	18,68	0,31	0,32
Tuyau p37	168,30	110	2,84	0,3	1,05
Tuyau p38	205,93	63	0,92	0,3	2,1
Tuyau p39	2971	220,2	11,25	0,3	0,39
Tuyau p40	415	147,6	4,89	0,29	0,61
Tuyau p41	987,09	230,8	11,77	0,28	0,35
Tuyau p42	68,54	110	2,62	0,28	0,91
Tuyau p43	11,31	90	-1,67	0,26	1,08
Tuyau p44	202,87	147,6	4,41	0,26	0,51
Tuyau p45	177,40	125	2,96	0,24	0,61
Tuyau p46	532	150	-4,45	0,25	0,52
Tuyau p47	545,50	96,8	1,83	0,25	0,8
Tuyau p48	49,59	110	2,34	0,25	0,74
Tuyau p49	420,20	63	0,73	0,23	1,37
Tuyau p50	875,50	125	-2,89	0,24	0,58
Tuyau p51	62,41	230,8	9,56	0,23	0,24
Tuyau p52	170,98	125	2,82	0,23	0,55
Tuyau p53	180,22	141	3,24	0,21	0,36
Tuyau p54	208,26	125	2,8	0,23	0,55
Tuyau p55	243,70	125	2,51	0,2	0,45
Tuyau p56	96,45	90	1,31	0,21	0,69
Tuyau p57	167,10	63	0,62	0,2	1,03
Tuyau p58	2013,93	250	9,82	0,2	0,18
Tuyau p59	111,80	147,6	-3,4	0,2	0,32
Tuyau p60	1389,63	230,8	7,99	0,19	0,17

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p61	263,61	230,8	7,4	0,18	0,15
Tuyau p62	89,75	125	2,14	0,17	0,34
Tuyau p63	218	150	-3,11	0,18	0,27
Tuyau p64	89,61	369,4	22,61	0,21	0,12
Tuyau p65	143,40	110	1,58	0,17	0,36
Tuyau p66	807,50	147,6	7,33	0,43	1,26
Tuyau p67	2087	250	3,7	0,08	0,03
Tuyau p68	331,49	63	-0,51	0,16	0,73
Tuyau p69	142	125	2,02	0,16	0,3
Tuyau p70	51,55	141	2,23	0,14	0,19
Tuyau p71	52,53	110	1,5	0,16	0,33
Tuyau p72	255,60	125	1,77	0,14	0,24
Tuyau p73	525,50	220,2	5,91	0,16	0,13
Tuyau p74	317,80	200	-4,78	0,15	0,15
Tuyau p75	420,60	63	0,46	0,15	0,59
Tuyau p76	170,84	220,2	5,44	0,14	0,11
Tuyau p77	92,51	90	0,89	0,14	0,34
Tuyau p78	121,73	147,6	-2,38	0,14	0,17
Tuyau p79	41,62	90	0,87	0,14	0,33
Tuyau p80	83,83	150	-2,33	0,13	0,16
Tuyau p81	364,30	63	0,4	0,13	0,46
Tuyau p82	188,27	220,2	4,59	0,12	0,08
Tuyau p83	373,20	96,8	-1,16	0,16	0,36
Tuyau p84	243,90	125	-1,44	0,12	0,17
Tuyau p85	441,80	150	-2,1	0,12	0,13
Tuyau p86	368,54	147,6	1,85	0,11	0,11
Tuyau p87	28,09	90	0,66	0,1	0,21
Tuyau p88	236,13	230,8	3,51	0,08	0,04
Tuyau p89	284,10	63	0,31	0,1	0,3
Tuyau p90	144,99	125	1,25	0,1	0,13
Tuyau p91	264	150	1,74	0,1	0,1
Tuyau p92	431,73	250	4,68	0,1	0,05
Tuyau p93	84,60	101,6	0,77	0,09	0,14
Tuyau p94	137,48	90	-0,63	0,1	0,19
Tuyau p95	91,35	125	1,11	0,09	0,1
Tuyau p96	205	125	1,13	0,09	0,11
Tuyau p97	645,10	101,6	0,7	0,09	0,12

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p98	535,20	125	1,05	0,09	0,09
Tuyau p99	573,03	220,2	3,11	0,08	0,04
Tuyau p100	233,30	63	0,25	0,08	0,21
Tuyau p101	53,36	110	0,77	0,08	0,1
Tuyau p102	82,06	63	-0,24	0,08	0,19
Tuyau p103	316,10	96,8	0,57	0,08	0,11
Tuyau p104	210,70	125	0,96	0,08	0,08
Tuyau p105	49,12	90	0,48	0,08	0,12
Tuyau p106	97,82	150	-1,35	0,08	0,06
Tuyau p107	163,70	150	-1,28	0,07	0,06
Tuyau p108	196,50	63	0,21	0,07	0,16
Tuyau p109	158,20	150	-1,27	0,07	0,06
Tuyau p110	151,98	150	-1,16	0,07	0,05
Tuyau p111	30,47	90	0,42	0,07	0,09
Tuyau p112	178,20	63	0,19	0,06	0,13
Tuyau p113	874	230,8	2,56	0,06	0,02
Tuyau p114	713,78	250	2,98	0,06	0,02
Tuyau p115	249,10	110	-0,55	0,06	0,06
Tuyau p116	377,90	96,8	0,41	0,06	0,06
Tuyau p117	258,50	90	-0,32	0,05	0,06
Tuyau p118	108,50	63	-0,16	0,05	0,08
Tuyau p119	310,80	90	0,34	0,05	0,06
Tuyau p120	149,70	63	0,16	0,05	0,08
Tuyau p121	150,50	150	0,88	0,05	0,03
Tuyau p122	158,50	150	-0,79	0,04	0,02
Tuyau p123	686,40	141	0,75	0,05	0,03
Tuyau p124	136,20	63	0,15	0,05	0,06
Tuyau p125	351,50	101,6	0,38	0,05	0,04
Tuyau p126	400,05	110	0,43	0,05	0,04
Tuyau p127	174,20	150	-0,8	0,05	0,02
Tuyau p128	667,20	176,2	0,82	0,03	0,01
Tuyau p129	130,10	63	0,14	0,05	0,05
Tuyau p130	301,50	96,8	0,33	0,04	0,04
Tuyau p131	311,90	101,6	0,34	0,04	0,03
Tuyau p132	53,39	110	0,4	0,04	0,03
Tuyau p133	163,10	150	-0,73	0,04	0,02
Tuyau p134	117,70	63	0,13	0,04	0,04

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p135	229,95	63	0,14	0,04	0,05
Tuyau p136	116,80	63	0,13	0,04	0,04
Tuyau p137	1419	220,2	1,54	0,04	0,01
Tuyau p138	105,50	63	0,11	0,04	0,03
Tuyau p139	259,80	90	0,24	0,04	0,03
Tuyau p140	25,68	90	0,23	0,04	0,03
Tuyau p141	162,44	250	1,72	0,04	0,01
Tuyau p142	570,20	150	0,62	0,04	0,02
Tuyau p143	98,24	63	0,11	0,03	0,03
Tuyau p144	124,80	225	-1,36	0,03	0,01
Tuyau p145	87,50	277,6	2,06	0,03	0,01
Tuyau p146	268,82	220,2	-1,28	0,03	0,01
Tuyau p147	96,17	63	-0,1	0,03	0,03
Tuyau p148	556,87	150	-0,66	0,04	0,02
Tuyau p149	93,40	63	0,1	0,03	0,03
Tuyau p150	214,80	96,8	0,23	0,03	0,02
Tuyau p151	349,10	125	0,38	0,03	0,02
Tuyau p152	88,59	63	0,1	0,03	0,02
Tuyau p153	892,60	200	-0,97	0,03	0,01
Tuyau p154	340,20	125	0,37	0,03	0,02
Tuyau p155	230,37	147,6	-0,51	0,03	0,01
Tuyau p156	48,77	225	-1,17	0,03	0,01
Tuyau p157	196,40	96,8	0,21	0,03	0,01
Tuyau p158	1566	277,6	1,7	0,03	0
Tuyau p159	446,90	150	-0,49	0,03	0,01
Tuyau p160	74,15	63	0,08	0,03	0,02
Tuyau p161	266,40	96,8	-0,47	0,06	0,08
Tuyau p162	183,10	125	-0,3	0,02	0,01
Tuyau p163	276,40	125	0,3	0,02	0,01
Tuyau p164	70,03	63	0,08	0,02	0,02
Tuyau p165	348,70	141	0,38	0,02	0,01
Tuyau p166	85,31	147,6	0,42	0,02	0,01
Tuyau p167	540,30	176,2	-0,59	0,02	0,01
Tuyau p168	137,23	90	0,15	0,02	0,01
Tuyau p169	352,93	147,6	0,38	0,02	0,01
Tuyau p170	120,72	150	-0,35	0,02	0
Tuyau p171	286,92	141	0,31	0,02	0

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p172	306,43	147,6	0,33	0,02	0
Tuyau p173	145	150	-0,36	0,02	0
Tuyau p174	210,70	125	0,23	0,02	0
Tuyau p175	209,20	125	0,23	0,02	0
Tuyau p176	50,11	63	0,05	0,02	0,01
Tuyau p177	279,30	250	-0,81	0,02	0
Tuyau p178	267,50	150	0,29	0,02	0
Tuyau p179	92,35	90	0,1	0,02	0,01
Tuyau p180	246,96	147,6	0,27	0,02	0
Tuyau p181	104,40	96,8	0,11	0,02	0,01
Tuyau p182	86,12	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p183	83,64	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p184	128,30	147,6	-0,04	0	0
Tuyau p185	209,70	150	0,23	0,01	0
Tuyau p186	71,23	90	0,08	0,01	0,01
Tuyau p187	250,45	63	-0,04	0,01	0,01
Tuyau p188	124,85	125	0,14	0,01	0
Tuyau p189	149,98	220,2	-0,4	0,01	0
Tuyau p190	58,93	90	0,06	0,01	0
Tuyau p191	58,93	90	0,06	0,01	0
Tuyau p192	58,93	90	-0,06	0,01	0
Tuyau p193	58,50	90	0,06	0,01	0
Tuyau p194	58,50	90	-0,06	0,01	0
Tuyau p195	212	176,2	0,23	0,01	0
Tuyau p196	50,82	90	0,06	0,01	0
Tuyau p197	286,26	220,2	0,31	0,01	0
Tuyau p198	360,78	250	0,39	0,01	0
Tuyau p199	110,70	141	0,12	0,01	0
Tuyau p200	327,56	250	0,36	0,01	0
Tuyau p201	136,30	176,2	0,15	0,01	0
Tuyau p202	80,67	150	0,09	0	0
Tuyau p203	39,09	110	0,04	0	0
Tuyau p204	246,90	277,6	-0,27	0	0
Tuyau p205	159,58	150	0,04	0	0
Tuyau p206	96,10	230,8	0,1	0	0
Tuyau p207	32,91	150	0,04	0	0
Tuyau p208	250,40	150	0,04	0	0

- **Etat des nœuds du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n1	292,80	17,10	Dépression	Dépression
Noeud n2	291,49	0,11	Dépression	Dépression
Noeud n3	291,70	0,54	Dépression	Dépression
Noeud n4	290,88	0,40	Dépression	Dépression
Noeud n5	292,15	0,10	22,66	Dépression
Noeud n6	290,40	0,11	Dépression	Dépression
Noeud n7	291,48	0,50	22,67	Dépression
Noeud n8	290,03	0,15	Dépression	Dépression
Noeud n9	295,51	0,53	217,14	Dépression
Noeud n10	293,91	0,68	210,88	Dépression
Noeud n11	295,20	0,59	220,74	Dépression
Noeud n12	293,31	0,08	213,06	Dépression
Noeud n13	293,28	0,79	213,06	Dépression
Noeud n14	295,11	0,68	239,85	Dépression
Noeud n15	290,82	0,05	216,70	Dépression
Noeud n16	290,70	0,57	216,70	Dépression
Noeud n17	290,39	0,19	216,68	Dépression
Noeud n18	290,42	0,10	216,70	Dépression
Noeud n19	298,37	0,71	254,60	Dépression
Noeud n20	297,17	0,25	254,55	Dépression
Noeud n21	291,66	0,44	239,61	Dépression
Noeud n22	291,52	0,08	239,61	Dépression
Noeud n23	296,52	0,69	255,17	Dépression
Noeud n24	304,75	5,02	318,36	13,60
Noeud n25	297,20	0,29	316,17	18,98
Noeud n26	301,06	0,97	318,05	16,99
Noeud n27	296,73	0,40	316,17	19,45
Noeud n28	309,41	5,26	322,16	12,75
Noeud n29	296,97	0,52	316,48	19,51
Noeud n30	296,92	0,30	316,47	19,55
Noeud n31	296,21	0,39	316,18	19,97
Noeud n32	298,39	0,21	293,79	-4,60
Noeud n33	296,00	0,63	316,17	20,17
Noeud n34	299,93	2,05	317,95	18,02
Noeud n35	300,75	0,95	318,36	17,61
Noeud n36	295,29	0,72	316,18	20,89

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n37	295,32	1,29	316,21	20,89
Noeud n38	295,89	0,45	316,47	20,57
Noeud n39	295,87	0,04	316,47	20,60
Noeud n40	295,12	0,09	316,18	21,06
Noeud n41	295,65	0,37	316,47	20,82
Noeud n42	297,13	0,37	293,82	-3,31
Noeud n43	294,79	0,58	316,18	21,39
Noeud n44	306,76	1,23	321,92	15,16
Noeud n45	294,19	0,36	316,17	21,98
Noeud n46	294,24	0,58	316,21	21,96
Noeud n47	294,06	0,76	316,18	22,12
Noeud n48	297,31	0,14	317,56	20,24
Noeud n49	294,63	0,96	316,48	21,85
Noeud n50	299,08	0,38	318,34	19,26
Noeud n51	294,47	0,51	316,52	22,05
Noeud n52	293,54	0,19	316,17	22,63
Noeud n53	293,52	1,06	316,19	22,67
Noeud n54	296,41	1,21	317,51	21,11
Noeud n55	296,33	0,62	317,51	21,17
Noeud n56	292,83	1,20	316,18	23,35
Noeud n57	292,89	0,23	316,22	23,33
Noeud n58	294,45	0,43	317,08	22,63
Noeud n59	294,45	0,86	317,08	22,63
Noeud n60	294,45	0,69	317,09	22,64
Noeud n61	294,50	0,63	317,10	22,60
Noeud n62	294,45	0,31	317,09	22,64
Noeud n63	294,45	1,09	317,09	22,64
Noeud n64	294,40	0,38	317,10	22,70
Noeud n65	294,45	1,74	317,17	22,72
Noeud n66	291,95	0,54	316,22	24,28
Noeud n67	292,01	0,37	316,25	24,24
Noeud n68	297,06	0,39	318,36	21,29
Noeud n69	294,92	1,54	317,56	22,64
Noeud n70	294,49	0,40	317,40	22,90
Noeud n71	302,86	1,58	320,86	17,99
Noeud n72	299,08	7,89	319,39	20,31
Noeud n73	302,01	5,59	320,64	18,63

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n74	291,05	0,36	316,28	25,23
Noeud n75	305,76	2,21	324,63	18,88
Noeud n76	293,25	0,99	317,26	24,01
Noeud n77	290,75	0,23	316,26	25,52
Noeud n78	303,17	1,54	322,14	18,98
Noeud n79	290,18	0,38	316,05	25,87
Noeud n80	292,64	1,29	317,14	24,49
Noeud n81	301,89	0,70	321,40	19,51
Noeud n82	301,89	0,10	321,48	19,59
Noeud n83	301,89	1,75	321,48	19,59
Noeud n84	301,89	1,39	321,50	19,61
Noeud n85	301,89	2,07	321,52	19,63
Noeud n86	290,24	0,46	316,39	26,16
Noeud n87	289,16	0,37	316,04	26,88
Noeud n88	289,50	0,57	316,27	26,77
Noeud n89	288,71	0,57	316,05	27,34
Noeud n90	299,48	0,33	320,51	21,04
Noeud n91	303,58	1,58	324,62	21,04
Noeud n92	299,30	0,67	320,51	21,22
Noeud n93	287,92	0,73	316,05	28,13
Noeud n94	298,85	0,64	320,48	21,63
Noeud n95	287,50	0,06	315,92	28,42
Noeud n96	287,60	0,30	315,96	28,36
Noeud n97	288,79	0,85	316,47	27,68
Noeud n98	287,50	0,45	315,95	28,45
Noeud n99	287,84	0,81	316,13	28,29
Noeud n100	287,39	0,28	315,92	28,53
Noeud n101	288,07	0,71	316,25	28,17
Noeud n102	287,00	0,06	315,77	28,77
Noeud n103	287,30	0,21	315,90	28,60
Noeud n104	287,00	0,06	315,78	28,78
Noeud n105	288,62	0,91	316,46	27,84
Noeud n106	287,22	0,34	315,93	28,71
Noeud n107	286,98	0,08	315,90	28,92
Noeud n108	286,72	0,06	315,80	29,08
Noeud n109	287,00	0,27	315,91	28,91
Noeud n110	287,00	0,06	315,92	28,92

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n111	287,30	0,60	316,04	28,74
Noeud n112	286,78	0,59	315,86	29,08
Noeud n113	298,13	0,53	320,46	22,33
Noeud n114	287,08	0,14	316,04	28,97
Noeud n115	286,40	0,12	315,77	29,37
Noeud n116	289,50	1,05	317,04	27,55
Noeud n117	286,65	0,15	315,91	29,26
Noeud n118	286,30	0,14	315,78	29,48
Noeud n119	286,20	0,15	315,78	29,58
Noeud n120	286,17	0,30	315,80	29,63
Noeud n121	286,10	0,13	315,77	29,67
Noeud n122	298,08	0,72	320,62	22,53
Noeud n123	297,74	0,38	320,48	22,73
Noeud n124	287,80	0,79	316,51	28,71
Noeud n125	286,00	0,06	315,91	29,91
Noeud n126	296,36	0,73	316,44	20,08
Noeud n127	288,85	0,56	317,16	28,31
Noeud n128	285,50	0,10	315,77	30,27
Noeud n129	294,45	8,37	319,41	24,96
Noeud n130	288,87	0,78	317,21	28,34
Noeud n131	286,65	0,78	316,36	29,71
Noeud n132	286,07	0,23	316,13	30,05
Noeud n133	285,30	0,09	315,78	30,48
Noeud n134	285,26	0,09	315,80	30,54
Noeud n135	290,00	1,92	318,06	28,06
Noeud n136	296,18	1,12	320,42	24,23
Noeud n137	288,02	2,48	317,20	29,18
Noeud n138	287,64	1,18	317,14	29,50
Noeud n139	285,06	0,27	316,05	30,99
Noeud n140	285,99	0,59	316,46	30,47
Noeud n141	295,59	0,27	320,42	24,83
Noeud n142	287,26	0,23	317,16	29,90
Noeud n143	290,00	0,62	318,61	28,61
Noeud n144	286,70	0,71	316,99	30,29
Noeud n145	283,83	0,43	315,85	32,02
Noeud n146	295,62	0,31	320,62	25,00
Noeud n147	289,00	1,60	318,57	29,57

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n148	286,15	0,49	317,14	30,99
Noeud n149	290,80	2,30	318,97	28,17
Noeud n150	285,10	0,39	316,98	31,88
Noeud n151	289,38	2,11	319,08	29,70
Noeud n152	292,85	0,46	320,17	27,32
Noeud n153	289,50	1,79	321,13	31,63
Noeud n154	293,76	6,66	322,07	28,31
Noeud n155	295,50	4,99	322,87	27,37
Noeud n156	295,30	0,15	322,87	27,57
Noeud n157	283,45	0,40	316,97	33,51
Noeud n158	283,41	0,71	316,97	33,57
Noeud n159	292,60	0,33	322,04	29,43
Noeud n160	292,58	1,15	322,05	29,47
Noeud n161	288,58	1,70	319,39	30,80
Noeud n162	293,50	1,47	322,85	29,35
Noeud n163	285,31	0,30	318,57	33,26
Noeud n164	293,30	0,23	322,85	29,55
Noeud n165	292,60	1,88	322,84	30,24
Noeud n166	281,09	0,24	316,97	35,88
Noeud n167	280,97	0,23	316,97	36,00
Noeud n168	292,00	0,75	322,82	30,82
Noeud n169	280,88	0,04	316,97	36,09
Noeud n170	280,61	0,55	317,00	36,39
Noeud n171	280,30	0,42	316,98	36,68
Noeud n172	283,48	2,51	318,63	35,14
Noeud n173	279,29	0,13	316,97	37,67
Noeud n174	287,75	1,26	322,03	34,28
Noeud n175	289,44	0,36	322,84	33,40
Noeud n176	278,19	0,13	316,97	38,78
Noeud n177	289,78	0,34	324,03	34,26
Noeud n178	289,78	0,43	324,05	34,27
Noeud n179	289,78	2,33	324,06	34,28
Noeud n180	286,70	0,46	321,99	35,30
Noeud n181	289,78	1,02	324,31	34,53
Noeud n182	289,78	2,08	324,38	34,60
Noeud n183	285,88	0,11	321,99	36,12
Noeud n184	275,76	0,16	316,98	41,22

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n185	271,94	0,31	316,90	44,95
Noeud n186	275,21	0,41	318,60	43,39
Noeud n187	279,76	0,67	322,03	42,26
Noeud n188	277,41	0,21	322,02	44,61
Noeud n189	274,84	0,12	322,03	47,19
Noeud n190	274,41	0,28	322,03	47,61

- **Etat des conduites du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-15,52	4,98	458,01
Tuyau p2	92,32	63	-14,94	4,79	424,88
Tuyau p3	79,65	63	14,94	4,79	425,1
Tuyau p4	287,51	63	-10,51	3,37	213,07
Tuyau p5	100,69	63	-8,85	2,84	152,16
Tuyau p6	303,31	110	8,56	0,9	8,27
Tuyau p7	39,39	63	-11,41	3,66	250,19
Tuyau p8	1086,64	176,2	16,37	0,67	2,25
Tuyau p9	513	125	7,92	0,65	3,75
Tuyau p10	275,46	63	-19,01	6,1	683,28
Tuyau p11	1794,21	250	29,71	0,61	1,41
Tuyau p12	333	147,6	26,75	1,56	13,27
Tuyau p13	198,20	63	-7,65	2,45	114,62
Tuyau p14	1255,31	141	7,92	0,51	1,78
Tuyau p15	340,14	125	6,35	0,52	2,48
Tuyau p16	193,70	110	4,6	0,48	2,56
Tuyau p17	2200	277,6	28,37	0,47	0,68
Tuyau p18	470,45	230,8	19,09	0,46	0,82
Tuyau p19	94,18	63	-18,41	5,91	641,8
Tuyau p20	251,80	125	-5,4	0,44	1,84
Tuyau p21	306,30	125	5,27	0,43	1,75
Tuyau p22	443,80	150	-7,58	0,43	1,39
Tuyau p23	1508,50	369,4	-61,83	0,58	0,71
Tuyau p24	457,81	230,8	17,01	0,41	0,67
Tuyau p25	29,75	150	7,06	0,4	1,22
Tuyau p26	871,70	277,6	22,97	0,38	0,47
Tuyau p27	1333	141	5,94	0,38	1,07
Tuyau p28	409,80	369,4	-55,03	0,51	0,58

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p29	602,36	176,2	8,86	0,36	0,75
Tuyau p30	1646	81,4	1,79	0,34	1,78
Tuyau p31	316,70	230,8	31,41	0,75	2,03
Tuyau p32	186,30	176,2	8,25	0,34	0,66
Tuyau p33	727,40	369,4	-53,79	0,5	0,56
Tuyau p34	3228	250	16,29	0,33	0,46
Tuyau p35	336,95	110	3,06	0,32	1,21
Tuyau p36	1305	277,6	18,78	0,31	0,33
Tuyau p37	168,30	110	2,82	0,3	1,04
Tuyau p38	205,93	63	0,92	0,3	2,1
Tuyau p39	2971	220,2	11,25	0,3	0,39
Tuyau p40	415	147,6	4,89	0,29	0,61
Tuyau p41	987,09	230,8	11,77	0,28	0,35
Tuyau p42	68,54	110	2,62	0,28	0,91
Tuyau p43	11,31	90	-1,67	0,26	1,08
Tuyau p44	202,87	147,6	4,41	0,26	0,51
Tuyau p45	177,40	125	3,04	0,25	0,64
Tuyau p46	532	150	-4,42	0,25	0,52
Tuyau p47	545,50	96,8	1,83	0,25	0,8
Tuyau p48	49,59	110	2,34	0,25	0,74
Tuyau p49	420,20	63	2,95	0,95	18,27
Tuyau p50	875,50	125	-2,89	0,24	0,58
Tuyau p51	62,41	230,8	9,56	0,23	0,24
Tuyau p52	170,98	125	2,79	0,23	0,55
Tuyau p53	180,22	141	3,36	0,22	0,39
Tuyau p54	208,26	125	2,78	0,23	0,54
Tuyau p55	243,70	125	2,58	0,21	0,47
Tuyau p56	96,45	90	1,31	0,21	0,69
Tuyau p57	167,10	63	0,62	0,2	1,03
Tuyau p58	2013,93	250	9,82	0,2	0,18
Tuyau p59	111,80	147,6	-3,4	0,2	0,32
Tuyau p60	1389,63	230,8	7,99	0,19	0,17
Tuyau p61	263,61	230,8	7,77	0,19	0,16
Tuyau p62	89,75	125	2,22	0,18	0,36
Tuyau p63	218	150	-3,06	0,17	0,26
Tuyau p64	89,61	369,4	35,36	0,33	0,26
Tuyau p65	143,40	110	1,6	0,17	0,37

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p66	807,50	147,6	3,08	0,18	0,27
Tuyau p67	2087	250	7,95	0,16	0,12
Tuyau p68	331,49	63	-0,51	0,16	0,73
Tuyau p69	142	125	2	0,16	0,3
Tuyau p70	51,55	141	2,35	0,15	0,21
Tuyau p71	52,53	110	1,5	0,16	0,33
Tuyau p72	255,60	125	1,85	0,15	0,26
Tuyau p73	525,50	220,2	5,91	0,16	0,13
Tuyau p74	317,80	200	-4,78	0,15	0,15
Tuyau p75	420,60	63	0,46	0,15	0,59
Tuyau p76	170,84	220,2	5,44	0,14	0,11
Tuyau p77	92,51	90	0,89	0,14	0,34
Tuyau p78	121,73	147,6	-2,38	0,14	0,17
Tuyau p79	41,62	90	0,87	0,14	0,33
Tuyau p80	83,83	150	-2,28	0,13	0,16
Tuyau p81	364,30	63	0,4	0,13	0,46
Tuyau p82	188,27	220,2	4,59	0,12	0,08
Tuyau p83	373,20	96,8	-1,04	0,14	0,3
Tuyau p84	243,90	125	-1,44	0,12	0,17
Tuyau p85	441,80	150	-2,07	0,12	0,13
Tuyau p86	368,54	147,6	1,85	0,11	0,11
Tuyau p87	28,09	90	0,66	0,1	0,2
Tuyau p88	236,13	230,8	3,93	0,09	0,05
Tuyau p89	284,10	63	0,31	0,1	0,3
Tuyau p90	144,99	125	1,23	0,1	0,13
Tuyau p91	264	150	1,72	0,1	0,09
Tuyau p92	431,73	250	4,68	0,1	0,05
Tuyau p93	84,60	101,6	0,77	0,09	0,14
Tuyau p94	137,48	90	-0,6	0,09	0,17
Tuyau p95	91,35	125	1,11	0,09	0,1
Tuyau p96	205	125	1,12	0,09	0,11
Tuyau p97	645,10	101,6	0,7	0,09	0,12
Tuyau p98	535,20	125	1,05	0,09	0,09
Tuyau p99	573,03	220,2	3,11	0,08	0,04
Tuyau p100	233,30	63	0,25	0,08	0,21
Tuyau p101	53,36	110	0,77	0,08	0,1
Tuyau p102	82,06	63	-6,2	1,99	76,2

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p103	316,10	96,8	0,57	0,08	0,11
Tuyau p104	210,70	125	0,95	0,08	0,08
Tuyau p105	49,12	90	0,48	0,08	0,12
Tuyau p106	97,82	150	-1,33	0,08	0,06
Tuyau p107	163,70	150	-1,27	0,07	0,06
Tuyau p108	196,50	63	0,21	0,07	0,16
Tuyau p109	158,20	150	-1,23	0,07	0,05
Tuyau p110	151,98	150	-1,16	0,07	0,05
Tuyau p111	30,47	90	0,42	0,07	0,09
Tuyau p112	178,20	63	0,19	0,06	0,13
Tuyau p113	874	230,8	2,56	0,06	0,02
Tuyau p114	713,78	250	2,98	0,06	0,02
Tuyau p115	249,10	110	-0,56	0,06	0,06
Tuyau p116	377,90	96,8	0,41	0,06	0,06
Tuyau p117	258,50	90	-0,34	0,05	0,06
Tuyau p118	108,50	63	-0,17	0,05	0,09
Tuyau p119	310,80	90	0,34	0,05	0,06
Tuyau p120	149,70	63	0,16	0,05	0,08
Tuyau p121	150,50	150	0,88	0,05	0,03
Tuyau p122	158,50	150	-0,83	0,05	0,03
Tuyau p123	686,40	141	0,75	0,05	0,03
Tuyau p124	136,20	63	0,15	0,05	0,06
Tuyau p125	351,50	101,6	0,38	0,05	0,04
Tuyau p126	400,05	110	0,43	0,05	0,04
Tuyau p127	174,20	150	-0,8	0,05	0,02
Tuyau p128	667,20	176,2	0,95	0,04	0,02
Tuyau p129	130,10	63	0,14	0,05	0,05
Tuyau p130	301,50	96,8	0,33	0,04	0,04
Tuyau p131	311,90	101,6	0,34	0,04	0,03
Tuyau p132	53,39	110	0,4	0,04	0,03
Tuyau p133	163,10	150	-0,73	0,04	0,02
Tuyau p134	117,70	63	0,13	0,04	0,04
Tuyau p135	229,95	63	-2,08	0,67	9,46
Tuyau p136	116,80	63	0,13	0,04	0,04
Tuyau p137	1419	220,2	1,54	0,04	0,01
Tuyau p138	105,50	63	0,11	0,04	0,03
Tuyau p139	259,80	90	0,23	0,04	0,03

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p140	25,68	90	0,23	0,04	0,03
Tuyau p141	162,44	250	1,72	0,04	0,01
Tuyau p142	570,20	150	0,62	0,04	0,02
Tuyau p143	98,24	63	0,11	0,03	0,03
Tuyau p144	124,80	225	-1,36	0,03	0,01
Tuyau p145	87,50	277,6	2,06	0,03	0,01
Tuyau p146	268,82	220,2	-1,28	0,03	0,01
Tuyau p147	96,17	63	-17,1	5,49	555,01
Tuyau p148	556,87	150	-0,61	0,03	0,02
Tuyau p149	93,40	63	0,1	0,03	0,03
Tuyau p150	214,80	96,8	0,23	0,03	0,02
Tuyau p151	349,10	125	0,38	0,03	0,02
Tuyau p152	88,59	63	0,1	0,03	0,03
Tuyau p153	892,60	200	-0,97	0,03	0,01
Tuyau p154	340,20	125	0,37	0,03	0,02
Tuyau p155	230,37	147,6	-0,51	0,03	0,01
Tuyau p156	48,77	225	-1,17	0,03	0,01
Tuyau p157	196,40	96,8	0,21	0,03	0,01
Tuyau p158	1566	277,6	1,7	0,03	0
Tuyau p159	446,90	150	-0,49	0,03	0,01
Tuyau p160	74,15	63	0,08	0,03	0,02
Tuyau p161	266,40	96,8	-0,34	0,05	0,04
Tuyau p162	183,10	125	-0,3	0,02	0,01
Tuyau p163	276,40	125	0,3	0,02	0,01
Tuyau p164	70,03	63	0,08	0,02	0,02
Tuyau p165	348,70	141	0,38	0,02	0,01
Tuyau p166	85,31	147,6	0,42	0,02	0,01
Tuyau p167	540,30	176,2	-0,59	0,02	0,01
Tuyau p168	137,23	90	0,15	0,02	0,01
Tuyau p169	352,93	147,6	0,38	0,02	0,01
Tuyau p170	120,72	150	-0,35	0,02	0
Tuyau p171	286,92	141	0,31	0,02	0
Tuyau p172	306,43	147,6	0,33	0,02	0
Tuyau p173	145	150	-0,36	0,02	0
Tuyau p174	210,70	125	0,23	0,02	0
Tuyau p175	209,20	125	0,23	0,02	0
Tuyau p176	50,11	63	0,05	0,02	0,01

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p177	279,30	250	-0,81	0,02	0
Tuyau p178	267,50	150	0,29	0,02	0
Tuyau p179	92,35	90	0,1	0,02	0,01
Tuyau p180	246,96	147,6	0,27	0,02	0
Tuyau p181	104,40	96,8	0,11	0,02	0,01
Tuyau p182	86,12	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p183	83,64	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p184	128,30	147,6	0,09	0,01	0
Tuyau p185	209,70	150	0,23	0,01	0
Tuyau p186	71,23	90	0,08	0,01	0
Tuyau p187	250,45	63	0,97	0,31	2,3
Tuyau p188	124,85	125	0,14	0,01	0
Tuyau p189	149,98	220,2	-0,4	0,01	0
Tuyau p190	58,93	90	0,06	0,01	0
Tuyau p191	58,93	90	0,06	0,01	0
Tuyau p192	58,93	90	-0,06	0,01	0
Tuyau p193	58,50	90	0,06	0,01	0
Tuyau p194	58,50	90	-0,06	0,01	0
Tuyau p195	212	176,2	0,23	0,01	0
Tuyau p196	50,82	90	0,06	0,01	0
Tuyau p197	286,26	220,2	0,31	0,01	0
Tuyau p198	360,78	250	0,39	0,01	0
Tuyau p199	110,70	141	0,12	0,01	0
Tuyau p200	327,56	250	0,36	0,01	0
Tuyau p201	136,30	176,2	0,15	0,01	0
Tuyau p202	80,67	150	0,09	0	0
Tuyau p203	39,09	110	0,04	0	0
Tuyau p204	246,90	277,6	-0,27	0	0
Tuyau p205	159,58	150	0,04	0	0
Tuyau p206	96,10	230,8	0,1	0	0
Tuyau p207	32,91	150	0,04	0	0
Tuyau p208	250,40	150	0,02	0	0

Horizon moyen terme (2040):

- **Etat des nœuds du réseau dans le cas de pointe :**

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n1	292,80	0,15	294,17	1,37
Noeud n2	291,49	0,15	293,85	2,35
Noeud n3	291,70	0,75	294,17	2,48
Noeud n4	290,88	0,57	293,85	2,97
Noeud n5	292,15	0,14	294,99	2,84
Noeud n6	290,40	0,16	293,85	3,44
Noeud n7	291,48	0,7	294,99	3,51
Noeud n8	290,03	0,21	294,15	4,12
Noeud n9	295,51	0,74	299,65	4,14
Noeud n10	293,91	0,96	299,62	5,71
Noeud n11	295,20	0,82	300,68	5,49
Noeud n12	293,31	0,11	299,59	6,28
Noeud n13	293,28	1,11	299,59	6,32
Noeud n14	295,11	0,96	302,06	6,96
Noeud n15	290,82	0,08	298,84	8,02
Noeud n16	290,70	0,81	298,84	8,14
Noeud n17	290,39	0,27	298,8	8,41
Noeud n18	290,42	0,14	298,84	8,42
Noeud n19	298,37	1	305,46	7,09
Noeud n20	297,17	0,36	305,37	8,2
Noeud n21	291,66	0,61	301,62	9,96
Noeud n22	291,52	0,11	301,62	10,1
Noeud n23	296,52	0,98	305,46	8,94
Noeud n24	304,75	7,06	316,02	11,27
Noeud n25	297,20	0,41	311,94	14,74
Noeud n26	301,06	1,36	315,16	14,09
Noeud n27	296,73	0,56	311,94	15,21
Noeud n28	309,41	7,4	322,09	12,68
Noeud n29	296,97	0,73	312,5	15,53
Noeud n30	296,92	0,43	312,49	15,57
Noeud n31	296,21	0,55	311,95	15,74
Noeud n32	298,39	0,3	314,04	15,64
Noeud n33	296,00	0,89	311,94	15,93
Noeud n34	299,93	2,88	315,27	15,34

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n35	300,75	1,34	316,02	15,28
Noeud n36	295,29	1,01	311,94	16,66
Noeud n37	295,32	1,81	312	16,68
Noeud n38	295,89	0,64	312,49	16,59
Noeud n39	295,87	0,05	312,49	16,61
Noeud n40	295,12	0,12	311,94	16,83
Noeud n41	295,65	0,52	312,49	16,84
Noeud n42	297,13	0,52	314,09	16,96
Noeud n43	294,79	0,81	311,96	17,17
Noeud n44	306,76	1,74	321,86	15,1
Noeud n45	294,19	0,5	311,94	17,75
Noeud n46	294,24	0,82	312	17,75
Noeud n47	294,06	1,06	311,94	17,89
Noeud n48	297,31	0,2	314,52	17,21
Noeud n49	294,63	1,35	312,51	17,88
Noeud n50	299,08	0,54	316	16,91
Noeud n51	294,47	0,72	312,58	18,11
Noeud n52	293,54	0,26	311,94	18,4
Noeud n53	293,52	1,49	311,97	18,45
Noeud n54	296,41	1,7	314,47	18,07
Noeud n55	296,33	0,87	314,45	18,12
Noeud n56	292,83	1,69	311,95	19,12
Noeud n57	292,89	0,32	312,03	19,13
Noeud n58	294,45	0,6	313,68	19,23
Noeud n59	294,45	1,21	313,68	19,23
Noeud n60	294,45	0,98	313,69	19,24
Noeud n61	294,50	0,89	313,72	19,22
Noeud n62	294,45	0,44	313,7	19,25
Noeud n63	294,45	1,54	313,7	19,25
Noeud n64	294,40	0,53	313,72	19,32
Noeud n65	294,45	2,45	313,86	19,41
Noeud n66	291,95	0,76	312,03	20,08
Noeud n67	292,01	0,53	312,08	20,07
Noeud n68	297,06	0,55	316,02	18,96
Noeud n69	294,92	2,17	314,54	19,62
Noeud n70	294,49	0,56	314,24	19,74
Noeud n71	302,86	2,22	321,14	18,27

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n72	299,08	11,1	318,11	19,03
Noeud n73	302,01	7,87	320,51	18,5
Noeud n74	291,05	0,51	312,14	21,09
Noeud n75	305,76	3,11	324,35	18,59
Noeud n76	293,25	1,39	313,97	20,72
Noeud n77	290,75	0,32	312,1	21,35
Noeud n78	303,17	2,17	322,06	18,89
Noeud n79	290,18	0,53	311,74	21,56
Noeud n80	292,64	1,81	313,74	21,1
Noeud n81	301,89	0,98	321,28	19,4
Noeud n82	301,89	0,15	321,42	19,54
Noeud n83	301,89	2,47	321,42	19,54
Noeud n84	301,89	1,95	321,46	19,57
Noeud n85	301,89	2,91	321,47	19,59
Noeud n86	290,24	0,64	312,36	22,13
Noeud n87	289,16	0,52	311,72	22,56
Noeud n88	289,50	0,8	312,11	22,61
Noeud n89	288,71	0,81	311,75	23,04
Noeud n90	299,48	0,47	320,28	20,8
Noeud n91	303,58	2,22	324,32	20,74
Noeud n92	299,30	0,95	320,28	20,98
Noeud n93	287,92	1,02	311,75	23,83
Noeud n94	298,85	0,9	320,22	21,37
Noeud n95	287,50	0,09	311,49	23,99
Noeud n96	287,60	0,42	311,57	23,97
Noeud n97	288,79	1,2	312,51	23,72
Noeud n98	287,50	0,63	311,55	24,05
Noeud n99	287,84	1,15	311,86	24,02
Noeud n100	287,39	0,39	311,49	24,1
Noeud n101	288,07	0,99	312,07	24
Noeud n102	287,00	0,09	311,22	24,22
Noeud n103	287,30	0,29	311,45	24,15
Noeud n104	287,00	0,09	311,24	24,24
Noeud n105	288,62	1,27	312,51	23,89
Noeud n106	287,22	0,47	311,51	24,29
Noeud n107	286,98	0,11	311,45	24,48
Noeud n108	286,72	0,08	311,26	24,54

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n109	287,00	0,37	311,48	24,48
Noeud n110	287,00	0,09	311,49	24,49
Noeud n111	287,30	0,85	311,73	24,43
Noeud n112	286,78	0,83	311,39	24,6
Noeud n113	298,13	0,75	320,18	22,05
Noeud n114	287,08	0,19	311,73	24,65
Noeud n115	286,40	0,18	311,22	24,82
Noeud n116	289,50	1,47	313,61	24,12
Noeud n117	286,65	0,21	311,48	24,82
Noeud n118	286,30	0,2	311,24	24,94
Noeud n119	286,20	0,22	311,23	25,03
Noeud n120	286,17	0,42	311,26	25,09
Noeud n121	286,10	0,18	311,22	25,12
Noeud n122	298,08	1,01	320,47	22,39
Noeud n123	297,74	0,54	320,21	22,47
Noeud n124	287,80	1,11	312,58	24,78
Noeud n125	286,00	0,09	311,48	25,48
Noeud n126	296,36	1,02	319,83	23,47
Noeud n127	288,85	0,78	313,78	24,93
Noeud n128	285,50	0,14	311,22	25,72
Noeud n129	294,45	11,77	318,06	23,61
Noeud n130	288,87	1,1	313,89	25,02
Noeud n131	286,65	1,1	312,28	25,63
Noeud n132	286,07	0,33	311,85	25,78
Noeud n133	285,30	0,13	311,23	25,93
Noeud n134	285,26	0,13	311,26	26,01
Noeud n135	290,00	2,7	315,17	25,17
Noeud n136	296,18	1,58	320,11	23,92
Noeud n137	288,02	3,48	313,87	25,84
Noeud n138	287,64	1,66	313,76	26,12
Noeud n139	285,06	0,38	311,75	26,69
Noeud n140	285,99	0,82	312,5	26,51
Noeud n141	295,59	0,38	320,1	24,51
Noeud n142	287,26	0,32	313,78	26,52
Noeud n143	290,00	0,87	316,2	26,2
Noeud n144	286,70	0,99	313,52	26,81
Noeud n145	283,83	0,61	311,36	27,53

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n146	295,62	0,44	320,47	24,86
Noeud n147	289,00	2,24	316,12	27,12
Noeud n148	286,15	0,68	313,75	27,6
Noeud n149	290,80	3,24	317,33	26,53
Noeud n150	285,10	0,55	313,49	28,39
Noeud n151	289,38	2,96	317,08	27,7
Noeud n152	292,85	0,64	319,65	26,8
Noeud n153	289,50	2,51	317,92	28,42
Noeud n154	293,76	9,36	321,08	27,32
Noeud n155	295,50	7,02	322,56	27,06
Noeud n156	295,30	0,21	322,56	27,26
Noeud n157	283,45	0,56	313,47	30,02
Noeud n158	283,41	1	313,49	30,08
Noeud n159	292,60	0,46	321,03	28,43
Noeud n160	292,58	1,62	321,05	28,47
Noeud n161	288,58	2,39	318,1	29,51
Noeud n162	293,50	2,07	322,52	29,02
Noeud n163	285,31	0,42	316,11	30,81
Noeud n164	293,30	0,32	322,52	29,22
Noeud n165	292,60	2,64	322,49	29,89
Noeud n166	281,09	0,34	313,49	32,4
Noeud n167	280,97	0,32	313,48	32,51
Noeud n168	292,00	1,05	322,46	30,46
Noeud n169	280,88	0,06	313,48	32,61
Noeud n170	280,61	0,78	313,53	32,92
Noeud n171	280,30	0,6	313,5	33,2
Noeud n172	283,48	3,53	316,29	32,81
Noeud n173	279,29	0,18	313,47	34,18
Noeud n174	287,75	1,77	321,01	33,26
Noeud n175	289,44	0,5	322,49	33,05
Noeud n176	278,19	0,18	313,47	35,28
Noeud n177	289,78	0,48	323,25	33,47
Noeud n178	289,78	0,61	323,27	33,49
Noeud n179	289,78	3,28	323,29	33,51
Noeud n180	286,70	0,64	320,95	34,25
Noeud n181	289,78	1,44	323,76	33,98
Noeud n182	289,78	2,92	323,88	34,1

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n183	285,88	0,16	320,95	35,07
Noeud n184	275,76	0,23	313,5	37,74
Noeud n185	271,94	0,43	313,34	41,4
Noeud n186	275,21	0,58	316,25	41,04
Noeud n187	279,76	0,94	321,01	41,25
Noeud n188	277,41	0,3	321	43,59
Noeud n189	274,84	0,17	321,01	46,17
Noeud n190	274,41	0,4	321,01	46,6

- **Etat des conduites du réseau dans le cas de pointe :**

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-7,7	2,47	116,23
Tuyau p2	92,32	63	-6,89	2,21	93,48
Tuyau p3	79,65	63	5,48	1,76	59,99
Tuyau p4	287,51	63	-4,99	1,6	49,99
Tuyau p5	100,69	63	-4,06	1,3	33,72
Tuyau p6	303,31	110	12,04	1,27	15,87
Tuyau p7	39,39	63	-3,62	1,16	27,03
Tuyau p8	1086,64	176,2	22,68	0,93	4,04
Tuyau p9	513	125	11,2	0,91	7,23
Tuyau p10	275,46	63	-2,82	0,9	16,81
Tuyau p11	1794,21	250	41,93	0,85	2,71
Tuyau p12	333	147,6	13,71	0,8	3,92
Tuyau p13	198,20	63	-2,38	0,76	12,19
Tuyau p14	1255,31	141	11,27	0,72	3,35
Tuyau p15	340,14	125	8,89	0,72	4,67
Tuyau p16	193,70	110	6,46	0,68	4,86
Tuyau p17	2200	277,6	39,96	0,66	1,26
Tuyau p18	470,45	230,8	27	0,65	1,54
Tuyau p19	94,18	63	-1,99	0,64	8,67
Tuyau p20	251,80	125	-7,6	0,62	3,47
Tuyau p21	306,30	125	7,48	0,61	3,37
Tuyau p22	443,80	150	-10,63	0,6	2,62
Tuyau p23	1508,50	369,4	63,95	0,6	0,76
Tuyau p24	457,81	230,8	24,07	0,58	1,25
Tuyau p25	29,75	150	9,91	0,56	2,3
Tuyau p26	871,70	277,6	32,45	0,54	0,87

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p27	1333	141	8,01	0,51	1,82
Tuyau p28	409,80	369,4	54,39	0,51	0,57
Tuyau p29	602,36	176,2	12,11	0,5	1,31
Tuyau p30	1646	81,4	2,51	0,48	3,26
Tuyau p31	316,70	230,8	21,52	0,51	1,02
Tuyau p32	186,30	176,2	11,61	0,48	1,21
Tuyau p33	727,40	369,4	52,65	0,49	0,53
Tuyau p34	3228	250	23,04	0,47	0,88
Tuyau p35	336,95	110	4,3	0,45	2,27
Tuyau p36	1305	277,6	26,47	0,44	0,6
Tuyau p37	168,30	110	3,97	0,42	1,95
Tuyau p38	205,93	63	1,3	0,42	3,92
Tuyau p39	2971	220,2	15,82	0,42	0,73
Tuyau p40	415	147,6	6,87	0,4	1,13
Tuyau p41	987,09	230,8	16,56	0,4	0,64
Tuyau p42	68,54	110	3,69	0,39	1,71
Tuyau p43	11,31	90	-2,35	0,37	2,01
Tuyau p44	202,87	147,6	6,2	0,36	0,94
Tuyau p45	177,40	125	4,34	0,35	1,23
Tuyau p46	532	150	-6,2	0,35	0,96
Tuyau p47	545,50	96,8	2,57	0,35	1,46
Tuyau p48	49,59	110	3,29	0,35	1,38
Tuyau p49	420,20	63	1,04	0,33	2,6
Tuyau p50	875,50	125	-4,06	0,33	1,08
Tuyau p51	62,41	230,8	13,45	0,32	0,44
Tuyau p52	170,98	125	3,91	0,32	1,01
Tuyau p53	180,22	141	4,85	0,31	0,75
Tuyau p54	208,26	125	3,88	0,32	0,99
Tuyau p55	243,70	125	3,7	0,3	0,91
Tuyau p56	96,45	90	1,85	0,29	1,29
Tuyau p57	167,10	63	0,88	0,28	1,91
Tuyau p58	2013,93	250	13,81	0,28	0,34
Tuyau p59	111,80	147,6	-4,78	0,28	0,59
Tuyau p60	1389,63	230,8	11,23	0,27	0,32
Tuyau p61	263,61	230,8	11,07	0,26	0,31
Tuyau p62	89,75	125	3,19	0,26	0,7
Tuyau p63	218	150	-4,28	0,24	0,49

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p64	89,61	369,4	27,07	0,25	0,16
Tuyau p65	143,40	110	2,25	0,24	0,69
Tuyau p66	807,50	147,6	5,58	0,33	0,78
Tuyau p67	2087	250	9,93	0,2	0,19
Tuyau p68	331,49	63	-0,72	0,23	1,34
Tuyau p69	142	125	2,79	0,23	0,55
Tuyau p70	51,55	141	3,43	0,22	0,4
Tuyau p71	52,53	110	2,11	0,22	0,61
Tuyau p72	255,60	125	2,67	0,22	0,5
Tuyau p73	525,50	220,2	8,31	0,22	0,23
Tuyau p74	317,80	200	-6,73	0,21	0,27
Tuyau p75	420,60	63	0,64	0,21	1,09
Tuyau p76	170,84	220,2	7,64	0,2	0,2
Tuyau p77	92,51	90	1,25	0,2	0,63
Tuyau p78	121,73	147,6	-3,35	0,2	0,31
Tuyau p79	41,62	90	1,22	0,19	0,6
Tuyau p80	83,83	150	-3,18	0,18	0,28
Tuyau p81	364,30	63	0,56	0,18	0,84
Tuyau p82	188,27	220,2	6,46	0,17	0,15
Tuyau p83	373,20	96,8	-1,33	0,18	0,46
Tuyau p84	243,90	125	-2,02	0,16	0,3
Tuyau p85	441,80	150	-2,89	0,16	0,24
Tuyau p86	368,54	147,6	2,6	0,15	0,2
Tuyau p87	28,09	90	0,93	0,15	0,37
Tuyau p88	236,13	230,8	5,7	0,14	0,1
Tuyau p89	284,10	63	0,43	0,14	0,54
Tuyau p90	144,99	125	1,71	0,14	0,23
Tuyau p91	264	150	2,4	0,14	0,17
Tuyau p92	431,73	250	6,58	0,13	0,09
Tuyau p93	84,60	101,6	1,08	0,13	0,26
Tuyau p94	137,48	90	-0,85	0,13	0,32
Tuyau p95	91,35	125	1,56	0,13	0,19
Tuyau p96	205	125	1,56	0,13	0,19
Tuyau p97	645,10	101,6	0,98	0,12	0,22
Tuyau p98	535,20	125	1,47	0,12	0,17
Tuyau p99	573,03	220,2	4,38	0,11	0,07
Tuyau p100	233,30	63	0,36	0,11	0,38

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p101	53,36	110	1,08	0,11	0,18
Tuyau p102	82,06	63	-0,34	0,11	0,35
Tuyau p103	316,10	96,8	0,8	0,11	0,19
Tuyau p104	210,70	125	1,31	0,11	0,14
Tuyau p105	49,12	90	0,67	0,11	0,21
Tuyau p106	97,82	150	-1,85	0,1	0,11
Tuyau p107	163,70	150	-1,77	0,1	0,1
Tuyau p108	196,50	63	0,3	0,1	0,28
Tuyau p109	158,20	150	-1,69	0,1	0,09
Tuyau p110	151,98	150	-1,63	0,09	0,09
Tuyau p111	30,47	90	0,59	0,09	0,17
Tuyau p112	178,20	63	0,27	0,09	0,24
Tuyau p113	874	230,8	3,6	0,09	0,04
Tuyau p114	713,78	250	4,19	0,09	0,04
Tuyau p115	249,10	110	-0,78	0,08	0,1
Tuyau p116	377,90	96,8	0,58	0,08	0,11
Tuyau p117	258,50	90	-0,48	0,08	0,12
Tuyau p118	108,50	63	-0,23	0,07	0,18
Tuyau p119	310,80	90	0,47	0,07	0,11
Tuyau p120	149,70	63	0,23	0,07	0,18
Tuyau p121	150,50	150	1,23	0,07	0,05
Tuyau p122	158,50	150	-1,19	0,07	0,05
Tuyau p123	686,40	141	1,05	0,07	0,05
Tuyau p124	136,20	63	0,21	0,07	0,15
Tuyau p125	351,50	101,6	0,54	0,07	0,08
Tuyau p126	400,05	110	0,61	0,06	0,07
Tuyau p127	174,20	150	-1,13	0,06	0,05
Tuyau p128	667,20	176,2	1,46	0,06	0,03
Tuyau p129	130,10	63	0,2	0,06	0,14
Tuyau p130	301,50	96,8	0,46	0,06	0,07
Tuyau p131	311,90	101,6	0,48	0,06	0,06
Tuyau p132	53,39	110	0,56	0,06	0,06
Tuyau p133	163,10	150	-1,02	0,06	0,04
Tuyau p134	117,70	63	0,18	0,06	0,11
Tuyau p135	229,95	63	0,18	0,06	0,12
Tuyau p136	116,80	63	0,18	0,06	0,11
Tuyau p137	1419	220,2	2,17	0,06	0,02

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p138	105,50	63	0,16	0,05	0,08
Tuyau p139	259,80	90	0,33	0,05	0,06
Tuyau p140	25,68	90	0,32	0,05	0,06
Tuyau p141	162,44	250	2,42	0,05	0,01
Tuyau p142	570,20	150	0,87	0,05	0,03
Tuyau p143	98,24	63	0,15	0,05	0,06
Tuyau p144	124,80	225	-1,91	0,05	0,02
Tuyau p145	87,50	277,6	2,9	0,05	0,01
Tuyau p146	268,82	220,2	-1,81	0,05	0,02
Tuyau p147	96,17	63	-0,15	0,05	0,06
Tuyau p148	556,87	150	-0,84	0,05	0,03
Tuyau p149	93,40	63	0,14	0,05	0,06
Tuyau p150	214,80	96,8	0,33	0,04	0,04
Tuyau p151	349,10	125	0,53	0,04	0,03
Tuyau p152	88,59	63	0,14	0,04	0,05
Tuyau p153	892,60	200	-1,36	0,04	0,02
Tuyau p154	340,20	125	0,52	0,04	0,03
Tuyau p155	230,37	147,6	-0,71	0,04	0,02
Tuyau p156	48,77	225	-1,64	0,04	0,01
Tuyau p157	196,40	96,8	0,3	0,04	0,04
Tuyau p158	1566	277,6	2,39	0,04	0,01
Tuyau p159	446,90	150	-0,68	0,04	0,02
Tuyau p160	74,15	63	0,11	0,04	0,03
Tuyau p161	266,40	96,8	-0,36	0,05	0,05
Tuyau p162	183,10	125	-0,42	0,03	0,02
Tuyau p163	276,40	125	0,42	0,03	0,02
Tuyau p164	70,03	63	0,11	0,03	0,03
Tuyau p165	348,70	141	0,53	0,03	0,02
Tuyau p166	85,31	147,6	0,58	0,03	0,02
Tuyau p167	540,30	176,2	-0,82	0,03	0,01
Tuyau p168	137,23	90	0,21	0,03	0,02
Tuyau p169	352,93	147,6	0,54	0,03	0,01
Tuyau p170	120,72	150	-0,51	0,03	0,01
Tuyau p171	286,92	141	0,44	0,03	0,01
Tuyau p172	306,43	147,6	0,47	0,03	0,01
Tuyau p173	145	150	-0,48	0,03	0,01
Tuyau p174	210,70	125	0,32	0,03	0,01

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p175	209,20	125	0,32	0,03	0,01
Tuyau p176	50,11	63	0,08	0,02	0,02
Tuyau p177	279,30	250	-1,14	0,02	0
Tuyau p178	267,50	150	0,41	0,02	0,01
Tuyau p179	92,35	90	0,14	0,02	0,01
Tuyau p180	246,96	147,6	0,38	0,02	0,01
Tuyau p181	104,40	96,8	0,16	0,02	0,01
Tuyau p182	86,12	90	0,13	0,02	0,01
Tuyau p183	83,64	90	0,13	0,02	0,01
Tuyau p184	128,30	147,6	0,25	0,01	0
Tuyau p185	209,70	150	0,32	0,02	0
Tuyau p186	71,23	90	0,11	0,02	0,01
Tuyau p187	250,45	63	-0,05	0,02	0,01
Tuyau p188	124,85	125	0,19	0,02	0
Tuyau p189	149,98	220,2	-0,57	0,01	0
Tuyau p190	58,93	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p191	58,93	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p192	58,93	90	-0,09	0,01	0,01
Tuyau p193	58,50	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p194	58,50	90	-0,09	0,01	0,01
Tuyau p195	212	176,2	0,32	0,01	0
Tuyau p196	50,82	90	0,08	0,01	0
Tuyau p197	286,26	220,2	0,44	0,01	0
Tuyau p198	360,78	250	0,55	0,01	0
Tuyau p199	110,70	141	0,17	0,01	0
Tuyau p200	327,56	250	0,5	0,01	0
Tuyau p201	136,30	176,2	0,21	0,01	0
Tuyau p202	80,67	150	0,12	0,01	0
Tuyau p203	39,09	110	0,06	0,01	0
Tuyau p204	246,90	277,6	-0,38	0,01	0
Tuyau p205	159,58	150	0,08	0	0
Tuyau p206	96,10	230,8	0,15	0	0
Tuyau p207	32,91	150	0,05	0	0
Tuyau p208	250,40	150	0,01	0	0

- **Etat des nœuds du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n1	292,80	17,15	Dépression	Dépression
Noeud n2	291,49	0,15	Dépression	Dépression
Noeud n3	291,70	0,75	Dépression	Dépression
Noeud n4	290,88	0,57	Dépression	Dépression
Noeud n5	292,15	0,14	Dépression	Dépression
Noeud n6	290,40	0,16	Dépression	Dépression
Noeud n7	291,48	0,7	Dépression	Dépression
Noeud n8	290,03	0,21	Dépression	Dépression
Noeud n9	295,51	0,74	188,66	Dépression
Noeud n10	293,91	0,96	182,15	Dépression
Noeud n11	295,20	0,82	193,73	Dépression
Noeud n12	293,31	0,11	184,29	Dépression
Noeud n13	293,28	1,11	184,3	Dépression
Noeud n14	295,11	0,96	215,73	Dépression
Noeud n15	290,82	0,08	187,85	Dépression
Noeud n16	290,70	0,81	187,86	Dépression
Noeud n17	290,39	0,27	187,81	Dépression
Noeud n18	290,42	0,14	187,85	Dépression
Noeud n19	298,37	1	234,86	Dépression
Noeud n20	297,17	0,36	234,77	Dépression
Noeud n21	291,66	0,61	215,29	Dépression
Noeud n22	291,52	0,11	215,29	Dépression
Noeud n23	296,52	0,98	235,4	Dépression
Noeud n24	304,75	7,06	315,95	11,19
Noeud n25	297,20	0,41	311,82	14,63
Noeud n26	301,06	1,36	314,68	13,62
Noeud n27	296,73	0,56	311,83	15,1
Noeud n28	309,41	7,4	321,7	12,28
Noeud n29	296,97	0,73	312,38	15,41
Noeud n30	296,92	0,43	312,37	15,45
Noeud n31	296,21	0,55	311,84	15,63
Noeud n32	298,39	0,3	284,91	-13,48
Noeud n33	296,00	0,89	311,83	15,82
Noeud n34	299,93	2,88	315,18	15,25
Noeud n35	300,75	1,34	315,95	15,2

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n36	295,29	1,01	311,83	16,54
Noeud n37	295,32	1,81	311,89	16,56
Noeud n38	295,89	0,64	312,37	16,48
Noeud n39	295,87	0,05	312,37	16,5
Noeud n40	295,12	0,12	311,83	16,71
Noeud n41	295,65	0,52	312,37	16,72
Noeud n42	297,13	0,52	284,96	-12,17
Noeud n43	294,79	0,81	311,85	17,05
Noeud n44	306,76	1,74	321,37	14,61
Noeud n45	294,19	0,5	311,83	17,64
Noeud n46	294,24	0,82	311,88	17,64
Noeud n47	294,06	1,06	311,83	17,77
Noeud n48	297,31	0,2	314,42	17,1
Noeud n49	294,63	1,35	312,39	17,76
Noeud n50	299,08	0,54	315,92	16,84
Noeud n51	294,47	0,72	312,46	17,99
Noeud n52	293,54	0,26	311,83	18,28
Noeud n53	293,52	1,49	311,85	18,34
Noeud n54	296,41	1,7	314,38	17,97
Noeud n55	296,33	0,87	314,36	18,03
Noeud n56	292,83	1,69	311,84	19
Noeud n57	292,89	0,32	311,91	19,02
Noeud n58	294,45	0,6	313,58	19,13
Noeud n59	294,45	1,21	313,59	19,13
Noeud n60	294,45	0,98	313,59	19,14
Noeud n61	294,50	0,89	313,63	19,13
Noeud n62	294,45	0,44	313,61	19,16
Noeud n63	294,45	1,54	313,61	19,16
Noeud n64	294,40	0,53	313,63	19,23
Noeud n65	294,45	2,45	313,77	19,32
Noeud n66	291,95	0,76	311,91	19,97
Noeud n67	292,01	0,53	311,97	19,97
Noeud n68	297,06	0,55	315,95	18,88
Noeud n69	294,92	2,17	314,43	19,51
Noeud n70	294,49	0,56	314,13	19,63
Noeud n71	302,86	2,22	320,07	17,21
Noeud n72	299,08	11,1	318,1	19,02

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n73	302,01	7,87	320,06	18,05
Noeud n74	291,05	0,51	312,04	20,99
Noeud n75	305,76	3,11	324,35	18,59
Noeud n76	293,25	1,39	313,85	20,59
Noeud n77	290,75	0,32	311,99	21,24
Noeud n78	303,17	2,17	321,67	18,5
Noeud n79	290,18	0,53	311,72	21,54
Noeud n80	292,64	1,81	313,62	20,98
Noeud n81	301,89	0,98	320,61	18,73
Noeud n82	301,89	0,15	320,75	18,87
Noeud n83	301,89	2,47	320,75	18,87
Noeud n84	301,89	1,95	320,79	18,9
Noeud n85	301,89	2,91	320,82	18,93
Noeud n86	290,24	0,64	312,27	22,03
Noeud n87	289,16	0,52	311,7	22,55
Noeud n88	289,50	0,8	311,99	22,49
Noeud n89	288,71	0,81	311,73	23,02
Noeud n90	299,48	0,47	319,84	20,36
Noeud n91	303,58	2,22	324,32	20,74
Noeud n92	299,30	0,95	319,84	20,54
Noeud n93	287,92	1,02	311,73	23,81
Noeud n94	298,85	0,9	319,77	20,92
Noeud n95	287,50	0,09	311,47	23,97
Noeud n96	287,60	0,42	311,56	23,95
Noeud n97	288,79	1,2	312,42	23,63
Noeud n98	287,50	0,63	311,53	24,03
Noeud n99	287,84	1,15	311,75	23,91
Noeud n100	287,39	0,39	311,47	24,08
Noeud n101	288,07	0,99	311,96	23,88
Noeud n102	287,00	0,09	311,2	24,2
Noeud n103	287,30	0,29	311,44	24,13
Noeud n104	287,00	0,09	311,22	24,22
Noeud n105	288,62	1,27	312,5	23,88
Noeud n106	287,22	0,47	311,5	24,27
Noeud n107	286,98	0,11	311,44	24,46
Noeud n108	286,72	0,08	311,25	24,53
Noeud n109	287,00	0,37	311,46	24,46

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n110	287,00	0,09	311,47	24,47
Noeud n111	287,30	0,85	311,71	24,42
Noeud n112	286,78	0,83	311,37	24,59
Noeud n113	298,13	0,75	319,73	21,61
Noeud n114	287,08	0,19	311,71	24,64
Noeud n115	286,40	0,18	311,2	24,8
Noeud n116	289,50	1,47	313,54	24,04
Noeud n117	286,65	0,21	311,46	24,81
Noeud n118	286,30	0,2	311,22	24,92
Noeud n119	286,20	0,22	311,21	25,01
Noeud n120	286,17	0,42	311,25	25,08
Noeud n121	286,10	0,18	311,2	25,1
Noeud n122	298,08	1,01	320,03	21,95
Noeud n123	297,74	0,54	319,77	22,03
Noeud n124	287,80	1,11	312,49	24,69
Noeud n125	286,00	0,09	311,46	25,46
Noeud n126	296,36	1,02	314,37	18,01
Noeud n127	288,85	0,78	313,66	24,81
Noeud n128	285,50	0,14	311,2	25,7
Noeud n129	294,45	11,77	318,04	23,59
Noeud n130	288,87	1,1	313,76	24,89
Noeud n131	286,65	1,1	312,16	25,51
Noeud n132	286,07	0,33	311,74	25,66
Noeud n133	285,30	0,13	311,21	25,91
Noeud n134	285,26	0,13	311,24	25,99
Noeud n135	290,00	2,7	314,7	24,7
Noeud n136	296,18	1,58	319,66	23,48
Noeud n137	288,02	3,48	313,73	25,71
Noeud n138	287,64	1,66	313,63	25,99
Noeud n139	285,06	0,38	311,73	26,67
Noeud n140	285,99	0,82	312,41	26,42
Noeud n141	295,59	0,38	319,66	24,07
Noeud n142	287,26	0,32	313,66	26,4
Noeud n143	290,00	0,87	315,73	25,73
Noeud n144	286,70	0,99	313,44	26,74
Noeud n145	283,83	0,61	311,34	27,52
Noeud n146	295,62	0,44	320,03	24,41

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n147	289,00	2,24	315,65	26,64
Noeud n148	286,15	0,68	313,62	27,47
Noeud n149	290,80	3,24	317,31	26,51
Noeud n150	285,10	0,55	313,41	28,32
Noeud n151	289,38	2,96	316,61	27,23
Noeud n152	292,85	0,64	319,2	26,36
Noeud n153	289,50	2,51	317,92	28,42
Noeud n154	293,76	9,36	321,08	27,32
Noeud n155	295,50	7,02	322,56	27,06
Noeud n156	295,30	0,21	322,56	27,26
Noeud n157	283,45	0,56	313,39	29,94
Noeud n158	283,41	1	313,41	30
Noeud n159	292,60	0,46	321,03	28,43
Noeud n160	292,58	1,62	321,05	28,47
Noeud n161	288,58	2,39	318,09	29,5
Noeud n162	293,50	2,07	322,52	29,02
Noeud n163	285,31	0,42	315,64	30,33
Noeud n164	293,30	0,32	322,52	29,22
Noeud n165	292,60	2,64	322,49	29,89
Noeud n166	281,09	0,34	313,41	32,31
Noeud n167	280,97	0,32	313,4	32,43
Noeud n168	292,00	1,05	322,46	30,46
Noeud n169	280,88	0,06	313,4	32,52
Noeud n170	280,61	0,78	313,45	32,84
Noeud n171	280,30	0,6	313,42	33,11
Noeud n172	283,48	3,53	315,88	32,4
Noeud n173	279,29	0,18	313,39	34,1
Noeud n174	287,75	1,77	321,01	33,26
Noeud n175	289,44	0,5	322,49	33,05
Noeud n176	278,19	0,18	313,39	35,2
Noeud n177	289,78	0,48	323,25	33,47
Noeud n178	289,78	0,61	323,27	33,49
Noeud n179	289,78	3,28	323,29	33,51
Noeud n180	286,70	0,64	320,95	34,25
Noeud n181	289,78	1,44	323,76	33,98
Noeud n182	289,78	2,92	323,88	34,1
Noeud n183	285,88	0,16	320,95	35,07

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	m	l/s	m	mce
Noeud n184	275,76	0,23	313,42	37,66
Noeud n185	271,94	0,43	313,26	41,32
Noeud n186	275,21	0,58	315,84	40,63
Noeud n187	279,76	0,94	321,01	41,25
Noeud n188	277,41	0,3	321	43,59
Noeud n189	274,84	0,17	321,01	46,17
Noeud n190	274,41	0,4	321,01	46,6

- **Etat des conduite du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p1	49,37	63	-17,73	5,69	595,61
Tuyau p2	92,32	63	-16,91	5,43	542,75
Tuyau p3	79,65	63	16,49	5,29	516,36
Tuyau p4	287,51	63	-11,96	3,84	274,67
Tuyau p5	100,69	63	-10,05	3,22	195,33
Tuyau p6	303,31	110	12,04	1,27	15,87
Tuyau p7	39,39	63	-12,38	3,97	293,93
Tuyau p8	1086,64	176,2	22,14	0,91	3,87
Tuyau p9	513	125	11,29	0,92	7,35
Tuyau p10	275,46	63	-19,82	6,36	742,32
Tuyau p11	1794,21	250	42,28	0,86	2,76
Tuyau p12	333	147,6	30,71	1,79	17,12
Tuyau p13	198,20	63	-8,37	2,68	136,57
Tuyau p14	1255,31	141	11,36	0,73	3,4
Tuyau p15	340,14	125	8,85	0,72	4,63
Tuyau p16	193,70	110	6,46	0,68	4,86
Tuyau p17	2200	277,6	40,06	0,66	1,27
Tuyau p18	470,45	230,8	27,34	0,65	1,58
Tuyau p19	94,18	63	-18,99	6,09	681,86
Tuyau p20	251,80	125	-7,6	0,62	3,47
Tuyau p21	306,30	125	7,54	0,61	3,43
Tuyau p22	443,80	150	-10,61	0,6	2,61
Tuyau p23	1508,50	369,4	75,28	0,7	1,02
Tuyau p24	457,81	230,8	24,42	0,58	1,28
Tuyau p25	29,75	150	9,88	0,56	2,29
Tuyau p26	871,70	277,6	32,8	0,54	0,89
Tuyau p27	1333	141	7,47	0,48	1,61

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p28	409,80	369,4	65,71	0,61	0,8
Tuyau p29	602,36	176,2	11,58	0,47	1,21
Tuyau p30	1646	81,4	2,51	0,48	3,26
Tuyau p31	316,70	230,8	33,38	0,8	2,27
Tuyau p32	186,30	176,2	11,62	0,48	1,22
Tuyau p33	727,40	369,4	63,98	0,6	0,76
Tuyau p34	3228	250	23,14	0,47	0,88
Tuyau p35	336,95	110	4,3	0,45	2,27
Tuyau p36	1305	277,6	26,56	0,44	0,61
Tuyau p37	168,30	110	3,94	0,41	1,93
Tuyau p38	205,93	63	1,3	0,42	3,92
Tuyau p39	2971	220,2	15,82	0,42	0,73
Tuyau p40	415	147,6	6,87	0,4	1,13
Tuyau p41	987,09	230,8	16,56	0,4	0,64
Tuyau p42	68,54	110	3,69	0,39	1,71
Tuyau p43	11,31	90	-2,35	0,37	2,01
Tuyau p44	202,87	147,6	6,2	0,36	0,94
Tuyau p45	177,40	125	4,41	0,36	1,26
Tuyau p46	532	150	-6,17	0,35	0,95
Tuyau p47	545,50	96,8	2,57	0,35	1,46
Tuyau p48	49,59	110	3,29	0,35	1,38
Tuyau p49	420,20	63	3,28	1,05	22,45
Tuyau p50	875,50	125	-4,06	0,33	1,08
Tuyau p51	62,41	230,8	13,45	0,32	0,44
Tuyau p52	170,98	125	3,89	0,32	1
Tuyau p53	180,22	141	4,97	0,32	0,78
Tuyau p54	208,26	125	3,86	0,31	0,98
Tuyau p55	243,70	125	3,77	0,31	0,94
Tuyau p56	96,45	90	1,85	0,29	1,29
Tuyau p57	167,10	63	0,88	0,28	1,91
Tuyau p58	2013,93	250	13,81	0,28	0,34
Tuyau p59	111,80	147,6	-4,78	0,28	0,59
Tuyau p60	1389,63	230,8	11,23	0,27	0,32
Tuyau p61	263,61	230,8	11,4	0,27	0,33
Tuyau p62	89,75	125	3,26	0,27	0,72
Tuyau p63	218	150	-4,24	0,24	0,48
Tuyau p64	89,61	369,4	38,93	0,36	0,31

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p65	143,40	110	2,28	0,24	0,7
Tuyau p66	807,50	147,6	0,44	0,03	0,01
Tuyau p67	2087	250	15,07	0,31	0,4
Tuyau p68	331,49	63	-0,72	0,23	1,34
Tuyau p69	142	125	2,77	0,23	0,54
Tuyau p70	51,55	141	3,56	0,23	0,43
Tuyau p71	52,53	110	2,11	0,22	0,61
Tuyau p72	255,60	125	2,73	0,22	0,52
Tuyau p73	525,50	220,2	8,31	0,22	0,23
Tuyau p74	317,80	200	-6,73	0,21	0,27
Tuyau p75	420,60	63	0,64	0,21	1,09
Tuyau p76	170,84	220,2	7,64	0,2	0,2
Tuyau p77	92,51	90	1,25	0,2	0,63
Tuyau p78	121,73	147,6	-3,35	0,2	0,31
Tuyau p79	41,62	90	1,22	0,19	0,6
Tuyau p80	83,83	150	-3,14	0,18	0,28
Tuyau p81	364,30	63	0,56	0,18	0,84
Tuyau p82	188,27	220,2	6,46	0,17	0,15
Tuyau p83	373,20	96,8	-1,21	0,16	0,39
Tuyau p84	243,90	125	-2,02	0,16	0,3
Tuyau p85	441,80	150	-2,86	0,16	0,23
Tuyau p86	368,54	147,6	2,6	0,15	0,2
Tuyau p87	28,09	90	0,93	0,15	0,37
Tuyau p88	236,13	230,8	6,07	0,15	0,11
Tuyau p89	284,10	63	0,43	0,14	0,54
Tuyau p90	144,99	125	1,69	0,14	0,22
Tuyau p91	264	150	2,39	0,14	0,17
Tuyau p92	431,73	250	6,58	0,13	0,09
Tuyau p93	84,60	101,6	1,08	0,13	0,26
Tuyau p94	137,48	90	-0,83	0,13	0,3
Tuyau p95	91,35	125	1,56	0,13	0,19
Tuyau p96	205	125	1,55	0,13	0,19
Tuyau p97	645,10	101,6	0,98	0,12	0,22
Tuyau p98	535,20	125	1,47	0,12	0,17
Tuyau p99	573,03	220,2	4,38	0,11	0,07
Tuyau p100	233,30	63	0,36	0,11	0,38
Tuyau p101	53,36	110	1,08	0,11	0,18

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p102	82,06	63	-6,33	2,03	79,34
Tuyau p103	316,10	96,8	0,8	0,11	0,19
Tuyau p104	210,70	125	1,3	0,11	0,14
Tuyau p105	49,12	90	0,67	0,11	0,21
Tuyau p106	97,82	150	-1,83	0,1	0,11
Tuyau p107	163,70	150	-1,76	0,1	0,1
Tuyau p108	196,50	63	0,3	0,1	0,28
Tuyau p109	158,20	150	-1,66	0,09	0,09
Tuyau p110	151,98	150	-1,63	0,09	0,09
Tuyau p111	30,47	90	0,59	0,09	0,17
Tuyau p112	178,20	63	0,27	0,09	0,24
Tuyau p113	874	230,8	3,6	0,09	0,04
Tuyau p114	713,78	250	4,19	0,09	0,04
Tuyau p115	249,10	110	-0,79	0,08	0,11
Tuyau p116	377,90	96,8	0,58	0,08	0,11
Tuyau p117	258,50	90	-0,5	0,08	0,12
Tuyau p118	108,50	63	-0,24	0,08	0,19
Tuyau p119	310,80	90	0,47	0,07	0,11
Tuyau p120	149,70	63	0,23	0,07	0,18
Tuyau p121	150,50	150	1,23	0,07	0,05
Tuyau p122	158,50	150	-1,22	0,07	0,05
Tuyau p123	686,40	141	1,05	0,07	0,05
Tuyau p124	136,20	63	0,21	0,07	0,15
Tuyau p125	351,50	101,6	0,54	0,07	0,08
Tuyau p126	400,05	110	0,61	0,06	0,07
Tuyau p127	174,20	150	-1,13	0,06	0,04
Tuyau p128	667,20	176,2	1,58	0,06	0,04
Tuyau p129	130,10	63	0,2	0,06	0,14
Tuyau p130	301,50	96,8	0,46	0,06	0,07
Tuyau p131	311,90	101,6	0,48	0,06	0,06
Tuyau p132	53,39	110	0,56	0,06	0,06
Tuyau p133	163,10	150	-1,02	0,06	0,04
Tuyau p134	117,70	63	0,18	0,06	0,11
Tuyau p135	229,95	63	-2,06	0,66	9,33
Tuyau p136	116,80	63	0,18	0,06	0,11
Tuyau p137	1419	220,2	2,17	0,06	0,02
Tuyau p138	105,50	63	0,16	0,05	0,08

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p139	259,80	90	0,32	0,05	0,06
Tuyau p140	25,68	90	0,32	0,05	0,06
Tuyau p141	162,44	250	2,42	0,05	0,01
Tuyau p142	570,20	150	0,87	0,05	0,03
Tuyau p143	98,24	63	0,15	0,05	0,06
Tuyau p144	124,80	225	-1,91	0,05	0,02
Tuyau p145	87,50	277,6	2,9	0,05	0,01
Tuyau p146	268,82	220,2	-1,81	0,05	0,02
Tuyau p147	96,17	63	-17,15	5,5	557,73
Tuyau p148	556,87	150	-0,8	0,05	0,02
Tuyau p149	93,40	63	0,14	0,05	0,06
Tuyau p150	214,80	96,8	0,33	0,04	0,04
Tuyau p151	349,10	125	0,53	0,04	0,03
Tuyau p152	88,59	63	0,14	0,04	0,05
Tuyau p153	892,60	200	-1,36	0,04	0,02
Tuyau p154	340,20	125	0,52	0,04	0,03
Tuyau p155	230,37	147,6	-0,71	0,04	0,02
Tuyau p156	48,77	225	-1,64	0,04	0,01
Tuyau p157	196,40	96,8	0,3	0,04	0,04
Tuyau p158	1566	277,6	2,39	0,04	0,01
Tuyau p159	446,90	150	-0,68	0,04	0,02
Tuyau p160	74,15	63	0,11	0,04	0,03
Tuyau p161	266,40	96,8	-0,23	0,03	0,02
Tuyau p162	183,10	125	-0,43	0,03	0,02
Tuyau p163	276,40	125	0,42	0,03	0,02
Tuyau p164	70,03	63	0,11	0,03	0,03
Tuyau p165	348,70	141	0,53	0,03	0,02
Tuyau p166	85,31	147,6	0,59	0,03	0,02
Tuyau p167	540,30	176,2	-0,82	0,03	0,01
Tuyau p168	137,23	90	0,21	0,03	0,02
Tuyau p169	352,93	147,6	0,54	0,03	0,01
Tuyau p170	120,72	150	-0,51	0,03	0,01
Tuyau p171	286,92	141	0,44	0,03	0,01
Tuyau p172	306,43	147,6	0,47	0,03	0,01
Tuyau p173	145	150	-0,48	0,03	0,01
Tuyau p174	210,70	125	0,32	0,03	0,01
Tuyau p175	209,20	125	0,32	0,03	0,01

ID Arc	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
	m	mm	l/s	m/s	m/km
Tuyau p176	50,11	63	0,08	0,02	0,02
Tuyau p177	279,30	250	-1,14	0,02	0
Tuyau p178	267,50	150	0,41	0,02	0,01
Tuyau p179	92,35	90	0,14	0,02	0,01
Tuyau p180	246,96	147,6	0,38	0,02	0,01
Tuyau p181	104,40	96,8	0,16	0,02	0,01
Tuyau p182	86,12	90	0,13	0,02	0,01
Tuyau p183	83,64	90	0,13	0,02	0,01
Tuyau p184	128,30	147,6	0,37	0,02	0,01
Tuyau p185	209,70	150	0,32	0,02	0
Tuyau p186	71,23	90	0,11	0,02	0,01
Tuyau p187	250,45	63	0,94	0,3	2,15
Tuyau p188	124,85	125	0,19	0,02	0
Tuyau p189	149,98	220,2	-0,57	0,01	0
Tuyau p190	58,93	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p191	58,93	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p192	58,93	90	-0,09	0,01	0,01
Tuyau p193	58,50	90	0,09	0,01	0,01
Tuyau p194	58,50	90	-0,09	0,01	0,01
Tuyau p195	212	176,2	0,32	0,01	0
Tuyau p196	50,82	90	0,08	0,01	0
Tuyau p197	286,26	220,2	0,44	0,01	0
Tuyau p198	360,78	250	0,55	0,01	0
Tuyau p199	110,70	141	0,17	0,01	0
Tuyau p200	327,56	250	0,5	0,01	0
Tuyau p201	136,30	176,2	0,21	0,01	0
Tuyau p202	80,67	150	0,12	0,01	0
Tuyau p203	39,09	110	0,06	0,01	0
Tuyau p204	246,90	277,6	-0,38	0,01	0
Tuyau p205	159,58	150	0,08	0	0
Tuyau p206	96,10	230,8	0,15	0	0
Tuyau p207	32,91	150	0,05	0	0
Tuyau p208	250,40	150	-0,01	0	0

Annexes 2:

Paramètres hydrauliques du réseau projeté.

- **Etat des nœuds dans le cas de pointe:**

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
Noeud n1	314,21	9,39	322,07	7,85
Noeud n2	308,93	7,17	320,46	11,53
Noeud n3	303,94	6,98	316,21	12,26
Noeud n4	303,66	6,56	314,74	11,08
Noeud n5	303,51	4,42	321,34	17,82
Noeud n6	301,65	6,46	318,78	17,13
Noeud n7	300,96	5,64	317,34	16,37
Noeud n8	300,34	7,3	317,32	16,98
Noeud n9	299,69	4,91	317,22	17,52
Noeud n10	298,3	4,44	318,74	20,43
Noeud n11	298,17	3,09	318,07	19,89
Noeud n12	298,04	5,16	317,93	19,87
Noeud n13	297,19	13,51	319,64	22,44
Noeud n14	294,87	4,7	316,38	21,5
Noeud n15	294,25	8,05	317,7	23,44
Noeud n16	293,53	6,42	317,36	23,82
Noeud n17	293,24	8,35	313,04	19,79
Noeud n18	293,2	3,42	315,57	22,36
Noeud n19	291,58	3,32	315,39	23,79
Noeud n20	291,05	8,78	315,21	24,15
Noeud n21	291	3,64	316,55	25,54
Noeud n22	290,73	9,68	312,1	21,36
Noeud n23	290,6	6,28	314,94	24,33
Noeud n24	289,89	3,85	312,49	22,58
Noeud n25	289,42	4,22	314,49	25,06
Noeud n26	289,32	9,5	314,99	25,66
Noeud n27	289,07	8,93	310,18	21,1
Noeud n28	288,71	9,45	318,28	29,56

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
Noeud n29	288,1	2,79	315,67	27,55
Noeud n30	287,69	2,83	316,05	28,35
Noeud n31	287,68	5,9	311,36	23,67
Noeud n32	287,56	3,44	310,1	22,53
Noeud n33	287,5	5,4	309,05	21,53
Noeud n34	287,12	3,48	310,42	23,29
Noeud n35	286,66	3,89	316,3	29,63
Noeud n36	286,61	2,66	315,13	28,5
Noeud n37	286,18	3,23	314,21	28,02
Noeud n38	285,97	3,4	313,14	27,15
Noeud n39	285,94	2,54	313,54	27,59
Noeud n40	285,86	4,25	312,54	26,67
Noeud n41	285,85	4,28	313,76	27,89
Noeud n42	285,77	3,35	309,8	24,02
Noeud n43	285,62	4,41	314,92	29,29
Noeud n44	285,07	4,39	314,14	29,05
Noeud n45	284,97	3,24	314,37	29,39
Noeud n46	284,05	6,39	310,39	26,32
Noeud n47	283,99	4,13	313,43	29,43
Noeud n48	282,94	3,78	314,67	31,71
Noeud n49	282,79	4,13	314,66	31,86
Noeud n50	280,35	4,73	311,15	30,78
Noeud n51	278,53	4,51	312,25	33,7
Noeud n52	276,63	6,66	315,43	38,78
Noeud n53	275,13	3,88	310,39	35,24
Noeud n54	273,86	6,78	313,78	39,9
Noeud n55	273,6	4,3	313,55	39,93
Noeud n56	273	4,99	309,78	36,76
Noeud n57	272,89	4,65	307,92	35,02
Noeud n58	272,08	5,13	305,73	33,63

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n59	268,52	3,34	310,49	41,95
Noeud n60	268,5	3,89	303,69	35,17
Noeud n61	265,91	5,64	306,71	40,78

- **Etat des conduites du réseau dans le cas de pointe:**

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p1	55,4	365	PEHD	1,44	0,6	2,74
Tuyau p2	96,8	308	PEHD	4,65	0,63	1,29
Tuyau p3	66	735	PEHD	1,74	0,51	3,37
Tuyau p4	141	1 356	PEHD	14,47	0,93	7,15
Tuyau p5	141	411	PEHD	7,47	0,48	0,66
Tuyau p6	66	532	PEHD	2,43	0,71	4,37
Tuyau p7	66	732	PEHD	2,27	0,66	5,35
Tuyau p8	220,2	975	PEHD	25,73	0,68	1,7
Tuyau p9	176,2	442	PEHD	20,11	0,82	1,45
Tuyau p10	176,2	434	PEHD	9,65	0,4	0,38
Tuyau p11	176,2	582	PEHD	10,03	0,41	0,55
Tuyau p12	176,2	896	PEHD	11,04	0,45	1
Tuyau p13	220,2	580	PEHD	19,54	0,51	0,62
Tuyau p14	220,2	470	PEHD	26,12	0,69	0,84
Tuyau p15	96,8	377	PEHD	7,18	0,98	3,44
Tuyau p16	110,2	572	PEHD	-5,38	0,56	1,67
Tuyau p17	176,2	682	PEHD	17,17	0,7	1,68
Tuyau p18	141	635	PEHD	6,3	0,4	0,76
Tuyau p19	55,4	296	PEHD	2	0,83	3,98
Tuyau p20	66	507	PEHD	-1,62	0,47	2,04
Tuyau p21	220,2	449	PEHD	22,66	0,6	0,62
Tuyau p22	141	1 150	PEHD	-15,27	0,98	6,69
Tuyau p23	110,2	1 055	PEHD	4,11	0,43	1,91
Tuyau p24	96,8	1 018	PEHD	3,86	0,52	3,07

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p25	220,2	914	PEHD	31,76	0,83	2,34
Tuyau p26	66	354	PEHD	-1,37	0,4	1,06
Tuyau p27	141	209	PEHD	7,23	0,46	0,32
Tuyau p28	141	199	PEHD	-6,6	0,42	0,26
Tuyau p29	96,8	745	PEHD	-2,29	0,31	0,89
Tuyau p30	110,2	900	PEHD	6,1	0,64	3,29
Tuyau p31	66	778	PEHD	-1,77	0,52	3,67
Tuyau p32	96,8	406	PEHD	-6,09	0,83	2,76
Tuyau p33	277,6	1 757	PEHD	43,22	0,71	2,57
Tuyau p34	110,2	365	PEHD	6,96	0,73	1,69
Tuyau p35	96,8	596	PEHD	-4,32	0,59	2,19
Tuyau p36	176,2	124	PEHD	12,98	0,53	0,19
Tuyau p37	96,8	182	PEHD	-4,48	0,61	0,71
Tuyau p38	79,2	165	PEHD	2,76	0,56	0,71
Tuyau p39	277,6	300	PEHD	31,51	0,52	0,25
Tuyau p40	352,6	1 929	PEHD	51,73	0,53	1,24
Tuyau p41	110,2	524	PEHD	6,42	0,67	2,1
Tuyau p42	110,2	327	PEHD	-5,33	0,56	0,94
Tuyau p43	96,8	307	PEHD	-3,9	0,53	0,94
Tuyau p44	176,2	356	PEHD	12,06	0,49	0,46
Tuyau p45	110,2	465	PEHD	9,89	1,04	4,04
Tuyau p46	352,6	2 777	PEHD	65,1	0,67	2,7
Tuyau p47	220,2	652	PEHD	17,47	0,46	0,57
Tuyau p48	141	704	PEHD	10,27	0,66	2,01
Tuyau p49	96,8	862	PEHD	-4,45	0,6	3,34
Tuyau p50	176,2	650	PEHD	-22,39	0,92	2,58
Tuyau p51	96,8	389	PEHD	-1,95	0,26	0,35
Tuyau p52	96,8	698	PEHD	-3,7	0,5	1,95
Tuyau p53	66	716	PEHD	-0,65	0,19	0,58
Tuyau p54	55,4	508	PEHD	-1,79	0,74	5,63

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p55	220,2	383	PEHD	-32,85	0,86	1,04
Tuyau p56	55,4	494	PEHD	-1,24	0,51	2,85
Tuyau p57	176,2	123	PEHD	-11,93	0,49	0,16
Tuyau p58	110,2	202	PEHD	-8,05	0,84	1,21
Tuyau p59	176,2	870	PEHD	14,82	0,61	1,64
Tuyau p60	55,4	802	PEHD	-1,18	0,49	4,28
Tuyau p61	66	801	PEHD	-1,31	0,38	2,16
Tuyau p62	55,4	450	PEHD	1,38	0,57	3,16
Tuyau p63	55,4	410	PEHD	1,55	0,64	3,52
Tuyau p64	96,8	547	PEHD	3,73	0,51	1,55
Tuyau p65	220,2	481	PEHD	25,15	0,66	0,81
Tuyau p66	96,8	328	PEHD	4,37	0,59	1,23
Tuyau p67	66	313	PEHD	0,82	0,24	0,38
Tuyau p68	176,2	428	PEHD	-14,08	0,58	0,74
Tuyau p69	55,4	422	PEHD	-1,06	0,44	1,86
Tuyau p70	55,4	340	PEHD	0,34	0,14	0,21
Tuyau p71	96,8	834	PEHD	-0,98	0,13	0,22
Tuyau p72	55,4	390	PEHD	-0,46	0,19	0,4
Tuyau p73	277,6	585	PEHD	63,65	1,05	1,72
Tuyau p74	79,2	579	PEHD	2,41	0,49	1,97
Tuyau p75	79,2	450	PEHD	-1,68	0,34	0,81
Tuyau p76	55,4	707	PEHD	-0,92	0,38	2,42
Tuyau p77	96,8	511	PEHD	-1,39	0,19	0,26
Tuyau p78	110,2	762	PEHD	-3,64	0,38	1,11
Tuyau p79	96,8	110	PEHD	-7,65	1,04	1,13
Tuyau p80	220,2	139	PEHD	26,31	0,69	0,25
Tuyau p81	176,2	486	PEHD	-8,75	0,36	0,36
Tuyau p82	110,2	210	PEHD	4,99	0,52	0,54
Tuyau p83	96,8	456	PEHD	5,28	0,72	2,39
Tuyau p84	96,8	415	PEHD	7,55	1,03	4,14

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p85	176,2	565	PEHD	14,37	0,59	1,01
Tuyau p86	220,2	1 748	PEHD	22,65	0,59	2,43
Tuyau p87	220,2	446	PEHD	26,36	0,69	0,81
Tuyau p88	220,2	409	PEHD	-33,47	0,88	1,15
Tuyau p89	220,2	213	PEHD	28,57	0,75	0,45
Tuyau p90	277,6	530	PEHD	45,41	0,75	0,85
Tuyau p91	220,2	1 019	PEHD	22,1	0,58	1,35
Tuyau p92	141	1 058	PEHD	8,02	0,51	1,94
Tuyau p93	176,2	481	PEHD	-20,99	0,86	1,7
Tuyau p94	176,2	926	PEHD	30,4	1,25	6,39
Tuyau p95	352,6	1 243	PEHD	76,09	0,78	1,6
Tuyau p96	440,6	618	PEHD	108,13	0,71	0,51
Tuyau p97	277,6	1 409	PEHD	55,81	0,92	3,27

- **Etat des nœuds du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n1	314,21	9,39	322,06	7,85
Noeud n2	308,93	7,17	320,45	11,51
Noeud n3	303,94	6,98	316,03	12,08
Noeud n4	303,66	6,56	313,5	9,84
Noeud n5	303,51	4,42	321,33	17,81
Noeud n6	301,65	6,46	318,27	16,61
Noeud n7	300,96	5,64	315,81	14,84
Noeud n8	300,34	7,3	316,95	16,6
Noeud n9	299,69	4,91	317,1	17,4
Noeud n10	298,3	4,44	318,71	20,4
Noeud n11	298,17	3,09	317,98	19,8
Noeud n12	298,04	5,16	317,88	19,83
Noeud n13	297,19	13,51	319,63	22,43
Noeud n14	294,87	4,7	316,24	21,35

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m.c.e)
Noeud n15	294,25	8,05	317,67	23,41
Noeud n16	293,53	6,42	317,31	23,77
Noeud n17	293,24	8,35	311,18	17,93
Noeud n18	293,2	3,42	315,4	22,19
Noeud n19	291,58	3,32	315,22	23,62
Noeud n20	291,05	8,78	315	23,94
Noeud n21	291	3,64	316,52	25,51
Noeud n22	290,73	9,68	308,9	18,16
Noeud n23	290,6	6,28	314,93	24,32
Noeud n24	289,89	3,85	312,47	22,57
Noeud n25	289,42	4,22	314,48	25,05
Noeud n26	289,32	9,5	314,45	25,12
Noeud n27	289,07	8,93	301,35	12,28
Noeud n28	288,71	9,45	318,27	29,55
Noeud n29	288,1	2,79	315,6	27,49
Noeud n30	287,69	2,83	316,02	28,31
Noeud n31	287,68	5,9	308,82	21,13
Noeud n32	287,56	3,44	306	18,43
Noeud n33	287,5	22,4	294,84	7,33
Noeud n34	287,12	3,48	306,69	19,56
Noeud n35	286,66	3,89	316,27	29,6
Noeud n36	286,61	2,66	315,05	28,42
Noeud n37	286,18	3,23	313,61	27,42
Noeud n38	285,97	3,4	312,64	26,65
Noeud n39	285,94	2,54	313,28	27,32
Noeud n40	285,86	4,25	312,53	26,65
Noeud n41	285,85	4,28	313,74	27,88
Noeud n42	285,77	3,35	299,78	14
Noeud n43	285,62	4,41	314,75	29,11
Noeud n44	285,07	4,39	314,12	29,03

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
Noeud n45	284,97	3,24	313,79	28,81
Noeud n46	284,05	6,39	310,37	26,31
Noeud n47	283,99	4,13	313,41	29,4
Noeud n48	282,94	3,78	314,45	31,49
Noeud n49	282,79	4,13	314,49	31,68
Noeud n50	280,35	4,73	311,04	30,67
Noeud n51	278,53	4,51	311,97	33,42
Noeud n52	276,63	6,66	315,4	38,75
Noeud n53	275,13	3,88	309,93	34,78
Noeud n54	273,86	6,78	313,75	39,87
Noeud n55	273,6	4,3	312,89	39,27
Noeud n56	273	4,99	309,76	36,74
Noeud n57	272,89	4,65	304,54	31,64
Noeud n58	272,08	5,13	300,96	28,86
Noeud n59	268,52	3,34	310,47	41,93
Noeud n60	268,5	3,89	294,16	25,65
Noeud n61	265,91	5,64	306,7	40,76

- **Etat des conduites du réseau dans le cas de pointe + incendie :**

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p1	55,4	365	PEHD	1,43	0,59	2,71
Tuyau p2	96,8	308	PEHD	4,69	0,64	1,31
Tuyau p3	66	735	PEHD	1,74	0,51	3,37
Tuyau p4	141	1 356	PEHD	21,36	1,37	14,45
Tuyau p5	141	411	PEHD	7,87	0,5	0,73
Tuyau p6	66	532	PEHD	2,63	0,77	5,04
Tuyau p7	66	732	PEHD	0,7	0,2	0,67
Tuyau p8	220,2	975	PEHD	30,57	0,8	2,32
Tuyau p9	176,2	442	PEHD	27,01	1,11	2,46
Tuyau p10	176,2	434	PEHD	21,31	0,87	1,58

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p11	176,2	582	PEHD	10,08	0,41	0,55
Tuyau p12	176,2	896	PEHD	11,21	0,46	1,03
Tuyau p13	220,2	580	PEHD	20,21	0,53	0,66
Tuyau p14	220,2	470	PEHD	26,51	0,7	0,87
Tuyau p15	96,8	377	PEHD	8,11	1,1	4,27
Tuyau p16	110,2	572	PEHD	-6,28	0,66	2,2
Tuyau p17	176,2	682	PEHD	20,76	0,85	2,36
Tuyau p18	141	635	PEHD	17,95	1,15	4,94
Tuyau p19	55,4	296	PEHD	2	0,83	4,01
Tuyau p20	66	507	PEHD	-3,19	0,93	6,79
Tuyau p21	220,2	449	PEHD	22,65	0,59	0,62
Tuyau p22	141	1 150	PEHD	-18,42	1,18	9,37
Tuyau p23	110,2	1 055	PEHD	8,87	0,93	7,54
Tuyau p24	96,8	1 018	PEHD	3,86	0,52	3,07
Tuyau p25	220,2	914	PEHD	33,02	0,87	2,5
Tuyau p26	66	354	PEHD	-5,15	1,5	11,16
Tuyau p27	141	209	PEHD	11,21	0,72	0,7
Tuyau p28	141	199	PEHD	-6,61	0,42	0,26
Tuyau p29	96,8	745	PEHD	-2,28	0,31	0,88
Tuyau p30	110,2	900	PEHD	6,09	0,64	3,28
Tuyau p31	66	778	PEHD	-1,77	0,52	3,68
Tuyau p32	96,8	406	PEHD	-6,1	0,83	2,76
Tuyau p33	277,6	1 757	PEHD	44,03	0,73	2,66
Tuyau p34	110,2	365	PEHD	7	0,73	1,71
Tuyau p35	96,8	596	PEHD	-5,7	0,77	3,59
Tuyau p36	176,2	124	PEHD	12,95	0,53	0,18
Tuyau p37	96,8	182	PEHD	-4,48	0,61	0,71
Tuyau p38	79,2	165	PEHD	2,75	0,56	0,71
Tuyau p39	277,6	300	PEHD	31,54	0,52	0,25
Tuyau p40	352,6	1 929	PEHD	62,72	0,64	1,75

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p41	110,2	524	PEHD	6,42	0,67	2,1
Tuyau p42	110,2	327	PEHD	-8,41	0,88	2,12
Tuyau p43	96,8	307	PEHD	-6,41	0,87	2,28
Tuyau p44	176,2	356	PEHD	12,12	0,5	0,47
Tuyau p45	110,2	465	PEHD	10,84	1,14	4,77
Tuyau p46	352,6	2 777	PEHD	69,9	0,72	3,07
Tuyau p47	220,2	652	PEHD	17,58	0,46	0,57
Tuyau p48	141	704	PEHD	10,28	0,66	2,01
Tuyau p49	96,8	862	PEHD	-4,45	0,6	3,34
Tuyau p50	176,2	650	PEHD	-26,29	1,08	3,45
Tuyau p51	96,8	389	PEHD	-1,93	0,26	0,35
Tuyau p52	96,8	698	PEHD	-4,95	0,67	3,27
Tuyau p53	66	716	PEHD	-0,66	0,19	0,6
Tuyau p54	55,4	508	PEHD	-2,23	0,93	8,34
Tuyau p55	220,2	383	PEHD	-32,85	0,86	1,04
Tuyau p56	55,4	494	PEHD	-1,66	0,69	4,8
Tuyau p57	176,2	123	PEHD	-12,75	0,52	0,18
Tuyau p58	110,2	202	PEHD	-8,06	0,85	1,22
Tuyau p59	176,2	870	PEHD	14,8	0,61	1,64
Tuyau p60	55,4	802	PEHD	-1,2	0,5	4,35
Tuyau p61	66	801	PEHD	-1,31	0,38	2,15
Tuyau p62	55,4	450	PEHD	1,33	0,55	2,96
Tuyau p63	55,4	410	PEHD	1,53	0,64	3,45
Tuyau p64	96,8	547	PEHD	3,86	0,52	1,65
Tuyau p65	220,2	481	PEHD	25,67	0,67	0,84
Tuyau p66	96,8	328	PEHD	4,22	0,57	1,16
Tuyau p67	66	313	PEHD	0,86	0,25	0,42
Tuyau p68	176,2	428	PEHD	-14,09	0,58	0,74
Tuyau p69	55,4	422	PEHD	-1,12	0,46	2,04
Tuyau p70	55,4	340	PEHD	0,42	0,17	0,3

Label	Diamètre	Longueur	Matériel	Débit	Vitesse	Perte.charge
	(mm)	(m)	/	(L/s)	(m/s)	(m)
Tuyau p71	96,8	834	PEHD	-1,64	0,22	0,55
Tuyau p72	55,4	390	PEHD	-0,61	0,25	0,64
Tuyau p73	277,6	585	PEHD	63,89	1,06	1,74
Tuyau p74	79,2	579	PEHD	2,49	0,51	2,09
Tuyau p75	79,2	450	PEHD	-1,66	0,34	0,79
Tuyau p76	55,4	707	PEHD	-0,94	0,39	2,52
Tuyau p77	96,8	511	PEHD	-1,52	0,21	0,3
Tuyau p78	110,2	762	PEHD	-3,3	0,35	0,93
Tuyau p79	96,8	110	PEHD	-7,83	1,06	1,17
Tuyau p80	220,2	139	PEHD	26,34	0,69	0,25
Tuyau p81	176,2	486	PEHD	-9,3	0,38	0,4
Tuyau p82	110,2	210	PEHD	5,08	0,53	0,55
Tuyau p83	96,8	456	PEHD	5,37	0,73	2,47
Tuyau p84	96,8	415	PEHD	7,56	1,03	4,15
Tuyau p85	176,2	565	PEHD	14,89	0,61	1,08
Tuyau p86	220,2	1 748	PEHD	22,68	0,6	2,43
Tuyau p87	220,2	446	PEHD	26,6	0,7	0,83
Tuyau p88	220,2	409	PEHD	-33,52	0,88	1,15
Tuyau p89	220,2	213	PEHD	28,59	0,75	0,45
Tuyau p90	277,6	530	PEHD	46,31	0,77	0,88
Tuyau p91	220,2	1 019	PEHD	22,12	0,58	1,36
Tuyau p92	141	1 058	PEHD	8,06	0,52	1,96
Tuyau p93	176,2	481	PEHD	-21,02	0,86	1,7
Tuyau p94	176,2	926	PEHD	30,42	1,25	6,4
Tuyau p95	352,6	1 243	PEHD	76,42	0,78	1,61
Tuyau p96	440,6	618	PEHD	108,49	0,71	0,52
Tuyau p97	277,6	1 409	PEHD	55,85	0,92	3,28

- **Etat des nœuds dans le cas des heures creuses :**

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
n61	265,91	0,84	322,43	56,49
n59	268,52	0,5	322,39	53,84
n60	268,5	0,58	319,5	50,98
n56	273	0,74	322,46	49,43
n54	273,86	1	322,38	48,5
n58	272,08	0,76	319,58	47,48
n57	272,89	0,69	319,66	46,75
n55	273,6	0,64	319,92	46,3
n52	276,63	0,99	322,38	45,72
n53	275,13	0,58	319,92	44,77
n51	278,53	0,67	320,34	41,79
n50	280,35	0,7	321,26	40,88
n46	284,05	0,95	322,91	38,84
n47	283,99	0,61	322,53	38,52
n49	282,79	0,61	320,6	37,79
n48	282,94	0,56	320,49	37,53
n44	285,07	0,65	322,56	37,47
n41	285,85	0,63	323,03	37,16
n40	285,86	0,63	322,76	36,88
n35	286,66	0,58	322,38	35,71
n36	286,61	0,39	321,96	35,33
n45	284,97	0,48	319,95	34,96
n43	285,62	0,65	320,6	34,96
n30	287,69	0,42	322,38	34,67
n39	285,94	0,38	320,41	34,45
n28	288,71	1,4	322,86	34,13
n29	288,1	0,41	322,08	33,96
n38	285,97	0,5	319,94	33,96
n42	285,77	0,5	319,71	33,92
n37	286,18	0,48	319,94	33,74

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression
	(m)	(L/s)	(m)	(m.c.e)
n25	289,42	0,63	323,12	33,68
n24	289,89	0,57	323,03	33,12
n34	287,12	0,52	319,73	32,6
n23	290,6	0,93	323,16	32,54
n33	287,5	0,8	319,69	32,17
n32	287,56	0,51	319,72	32,15
n31	287,68	0,87	319,78	32,08
n21	291	0,54	322,39	31,37
n27	289,07	1,32	319,72	30,63
n26	289,32	1,41	319,96	30,62
n20	291,05	1,3	320,51	29,45
n22	290,73	1,43	319,79	29,04
n19	291,58	0,49	320,6	29
n16	293,53	0,95	322,24	28,7
n15	294,25	1,19	322,41	28,14
n18	293,2	0,51	320,6	27,38
n17	293,24	1,24	319,84	26,58
n14	294,87	0,7	320,62	25,74
n13	297,19	2	322,88	25,68
n12	298,04	0,76	322,29	24,24
n10	298,3	0,66	322,41	24,1
n11	298,17	0,46	320,64	22,46
n9	299,69	0,73	320,62	20,92
n5	303,51	0,65	323,85	20,33
n8	300,34	1,08	319,99	19,64
n7	300,96	0,84	319,94	18,97
n6	301,65	0,96	319,98	18,32
n3	303,94	1,03	320,52	16,57
n4	303,66	0,97	319,89	16,22
n2	308,93	1,06	322,48	13,54
n1	314,21	1,39	322,57	8,36

Annexes 3:

Illustration graphique des résultats (réseau existant).

- **Graphiques des pressions et des vitesses dans le cas de pointe :**

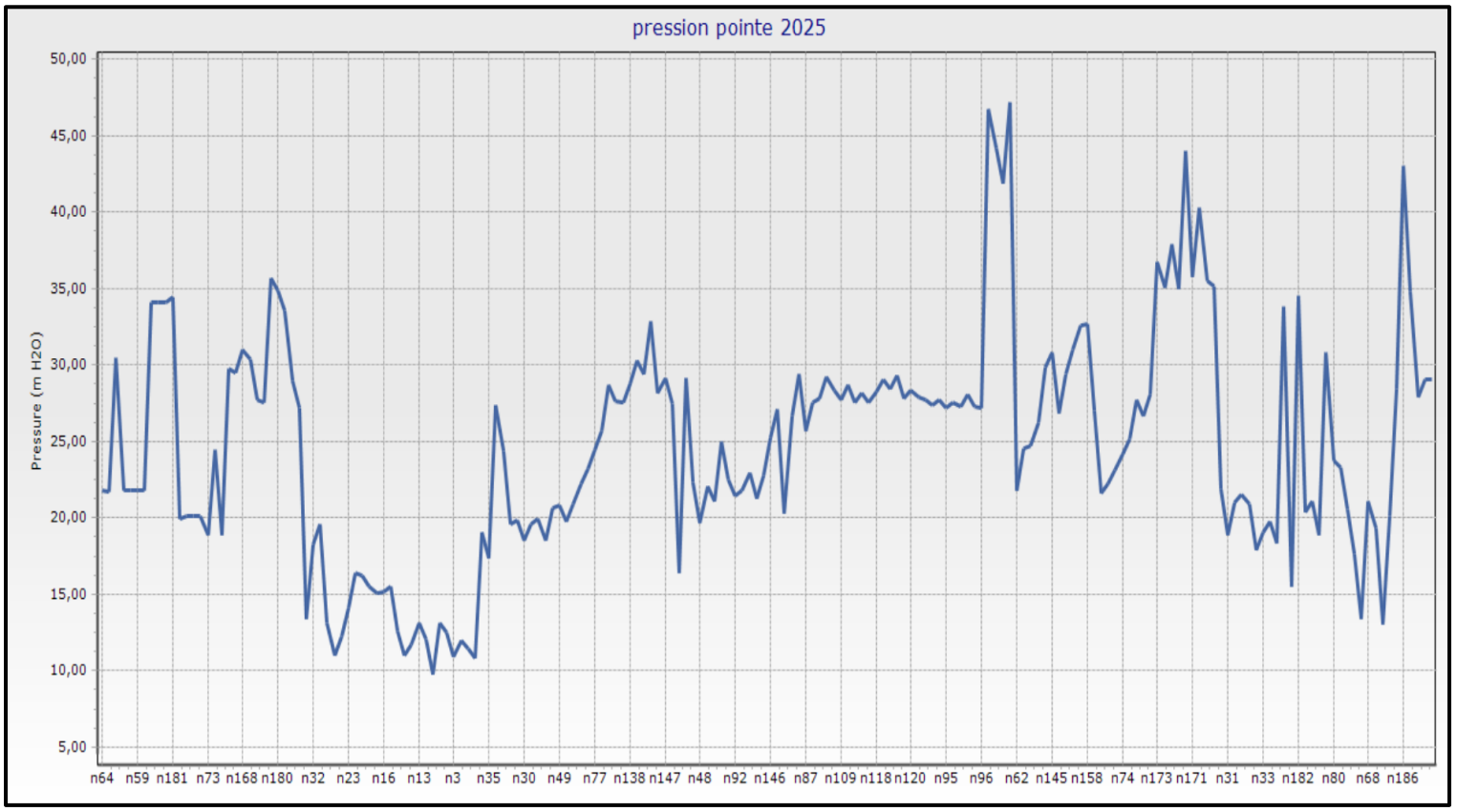


Figure: Profil des pressions des nœuds dans le réseau existant cas de pointe (horizon 2025)

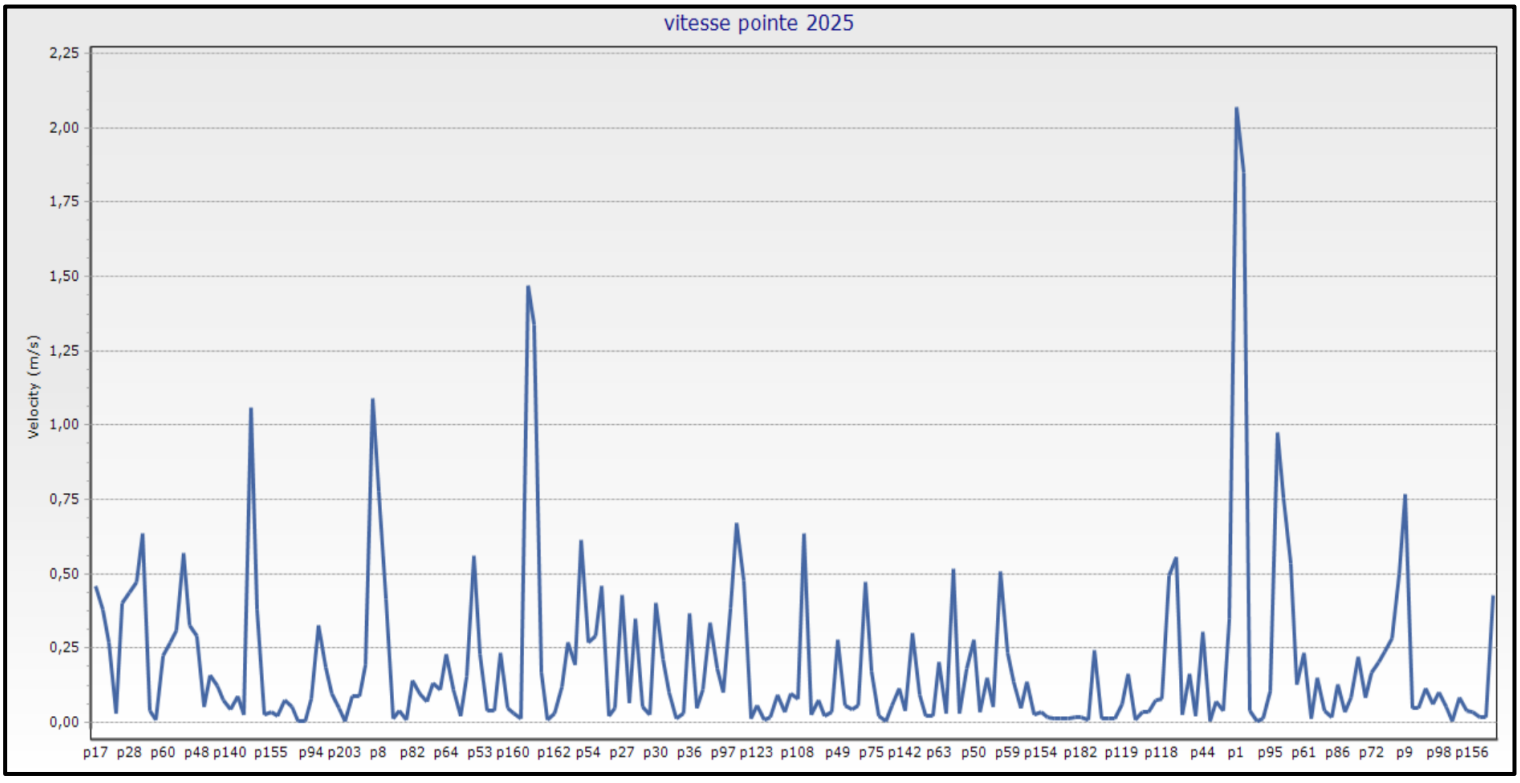


Figure: Profil des vitesses des écoulements dans le réseau existant cas de pointe (horizon 2025).

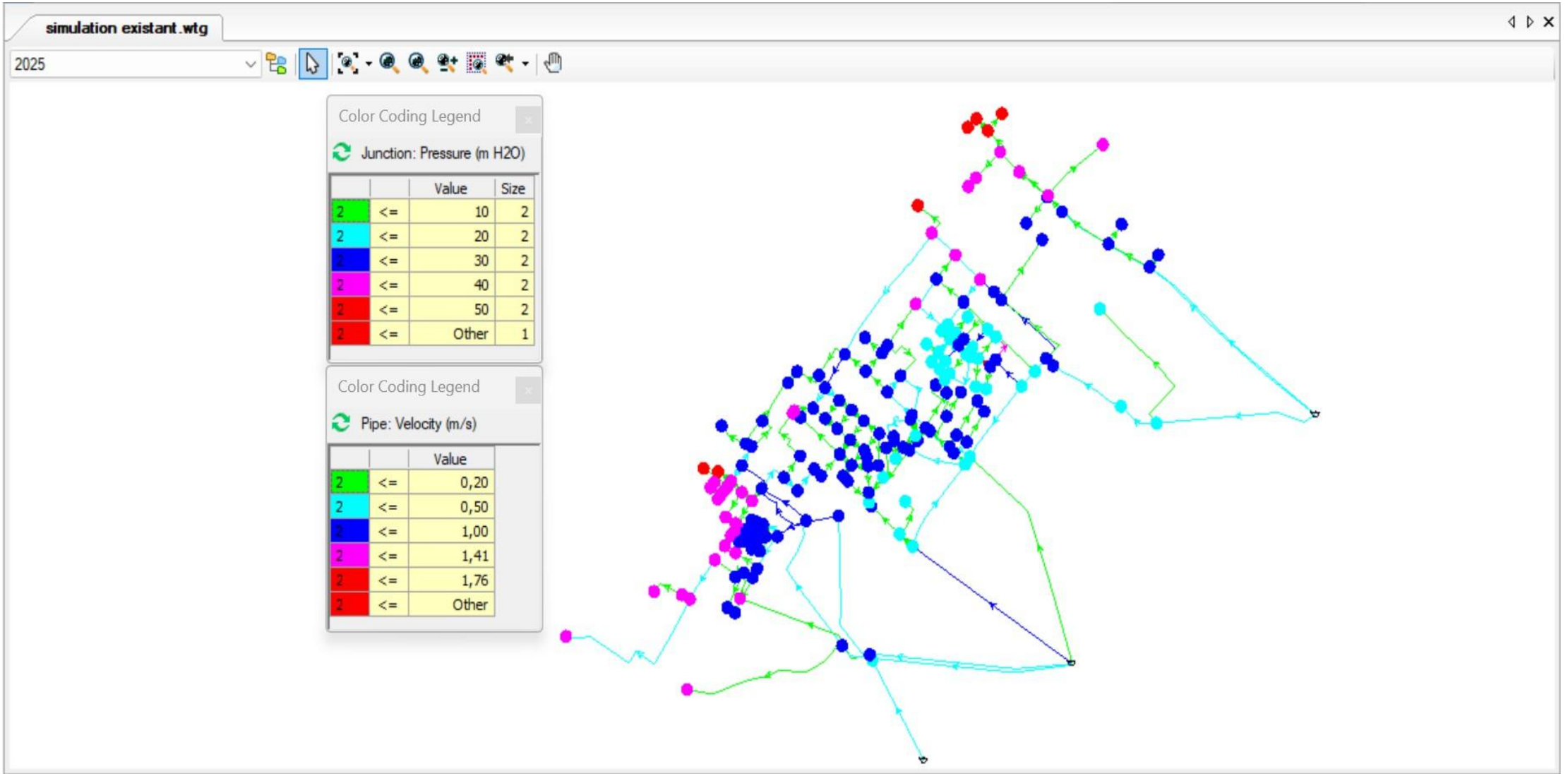


Figure: Résultats de la simulation sur réseau existant en cas de pointe (horizon actuel 2025).

➢ **Graphiques des pressions et des vitesses dans le cas de pointe+ incendie :**

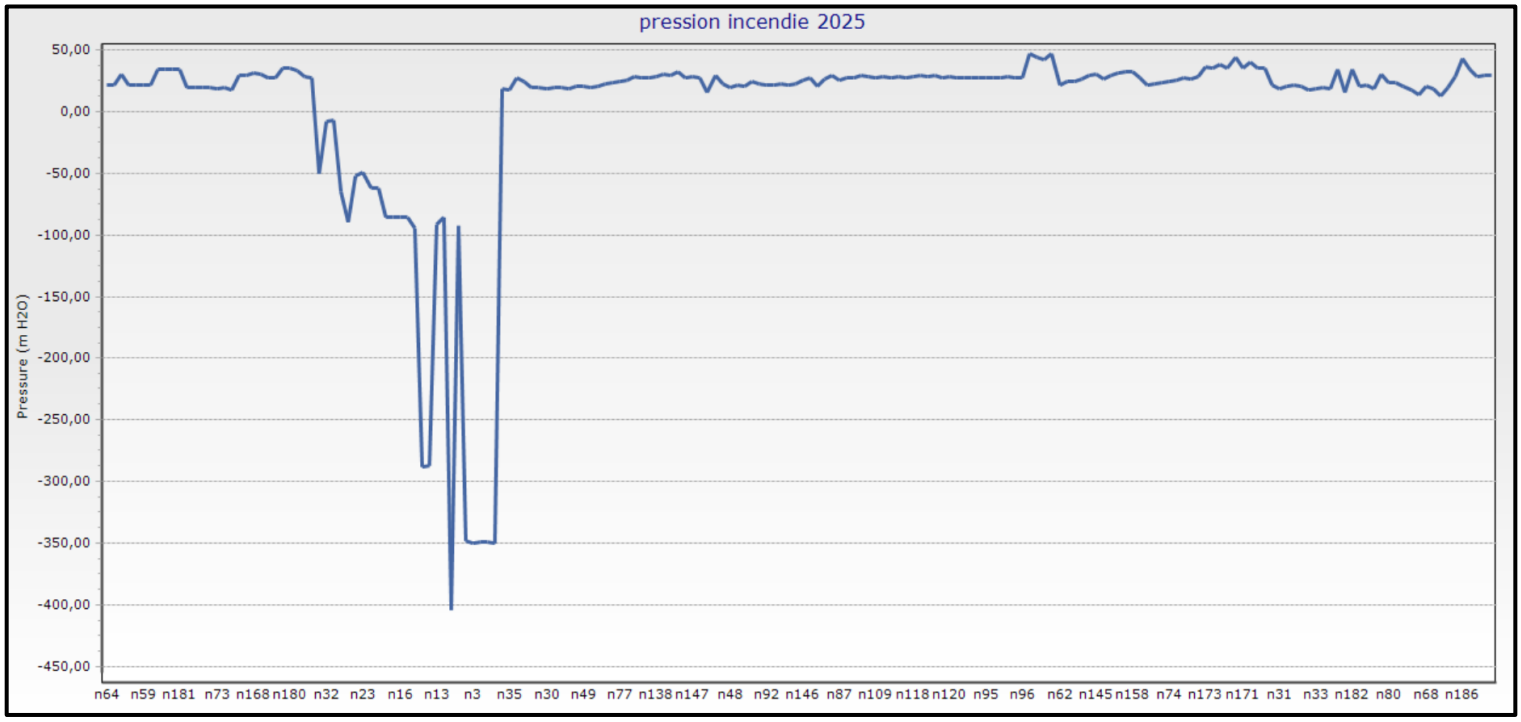


Figure: Profil des pressions des nœuds dans le réseau existant cas de pointe+ incendie (horizon 2025).

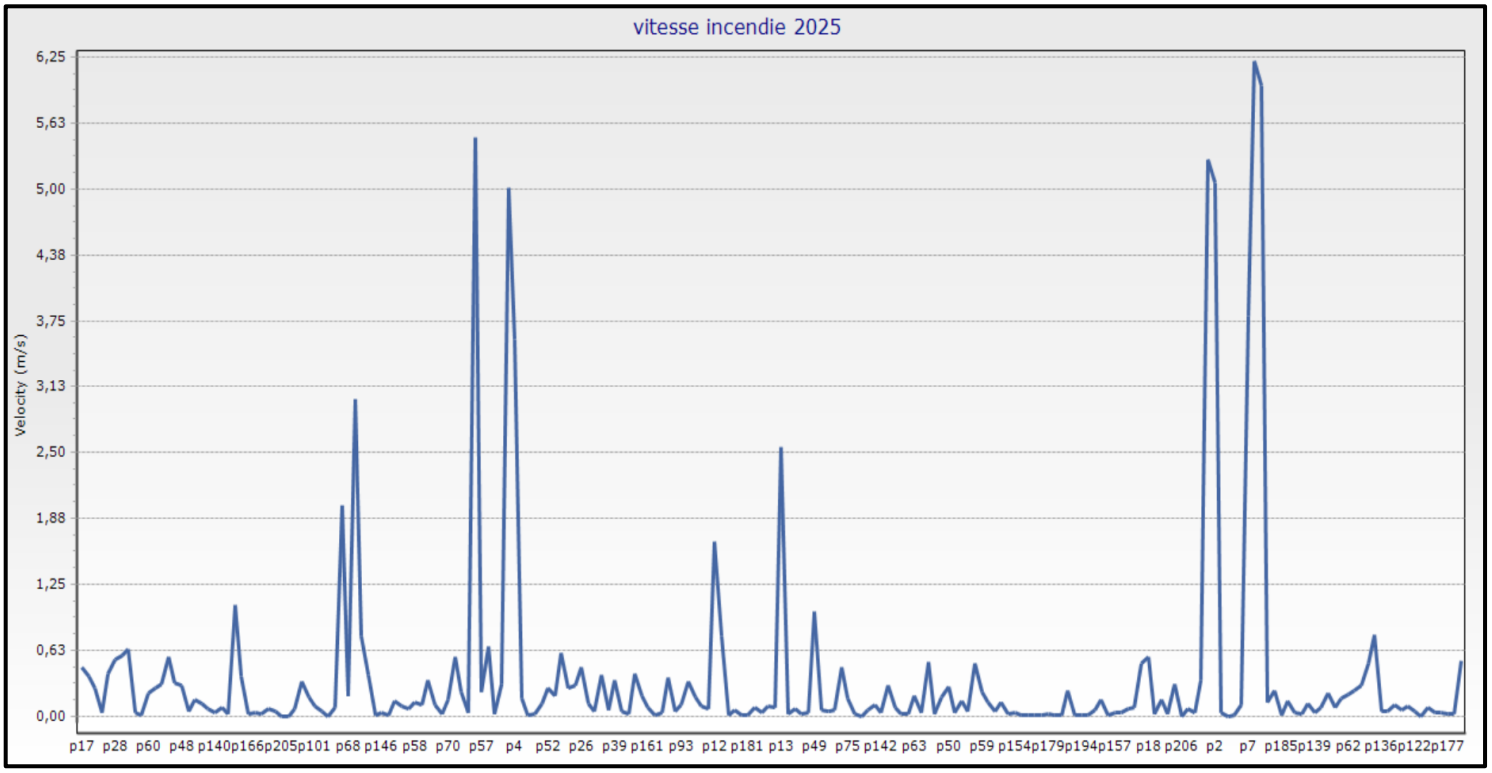


Figure: Profil des vitesses des écoulements dans le réseau existant cas de pointe+ incendie (horizon 2025).

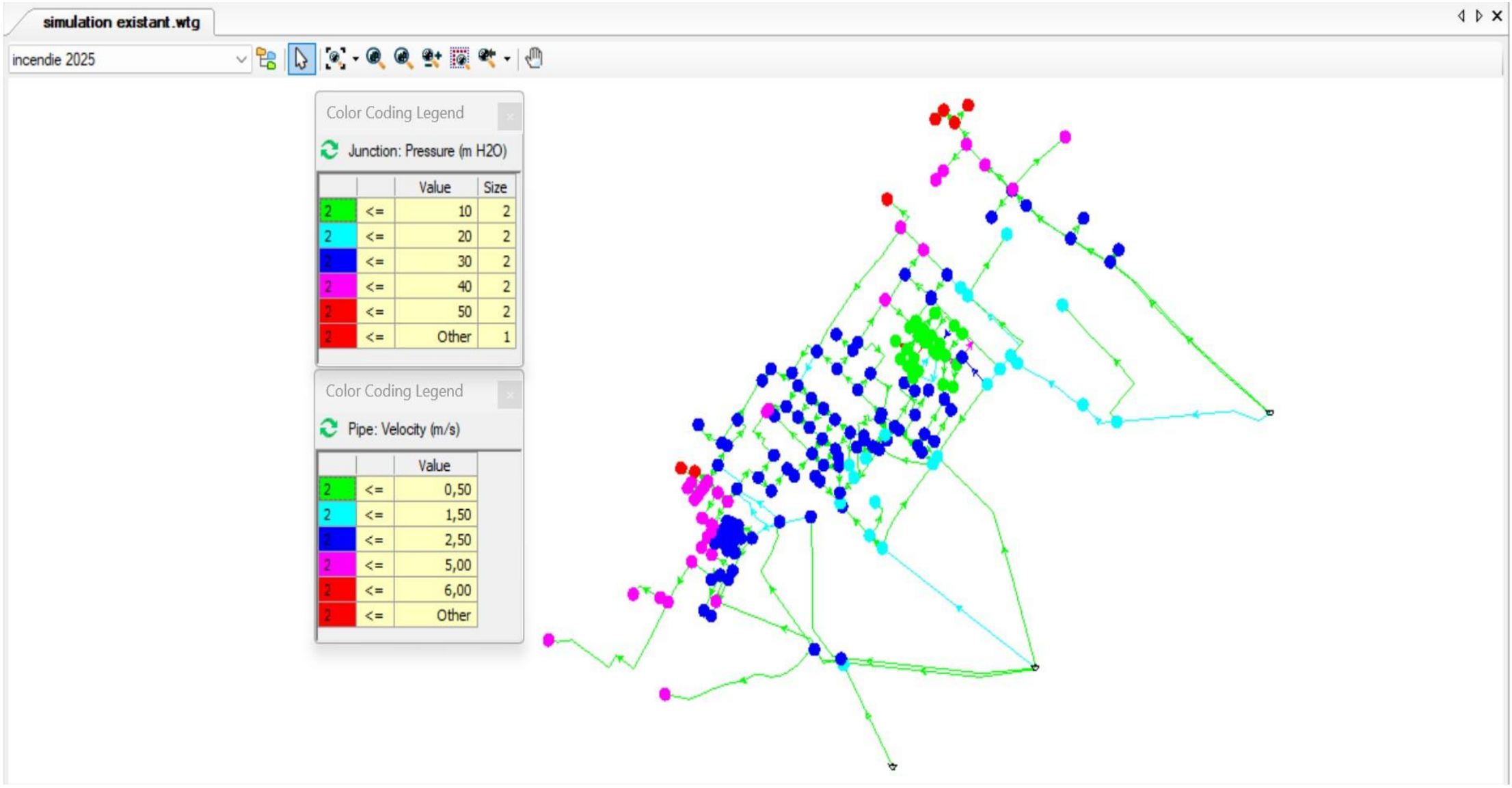


Figure: Résultats de la simulation sur le réseau existant en cas de pointe + incendie(horizon actuel 2025).

➢ **Graphiques des pressions et des vitesses dans le cas de pointe (horizon 2040) :**

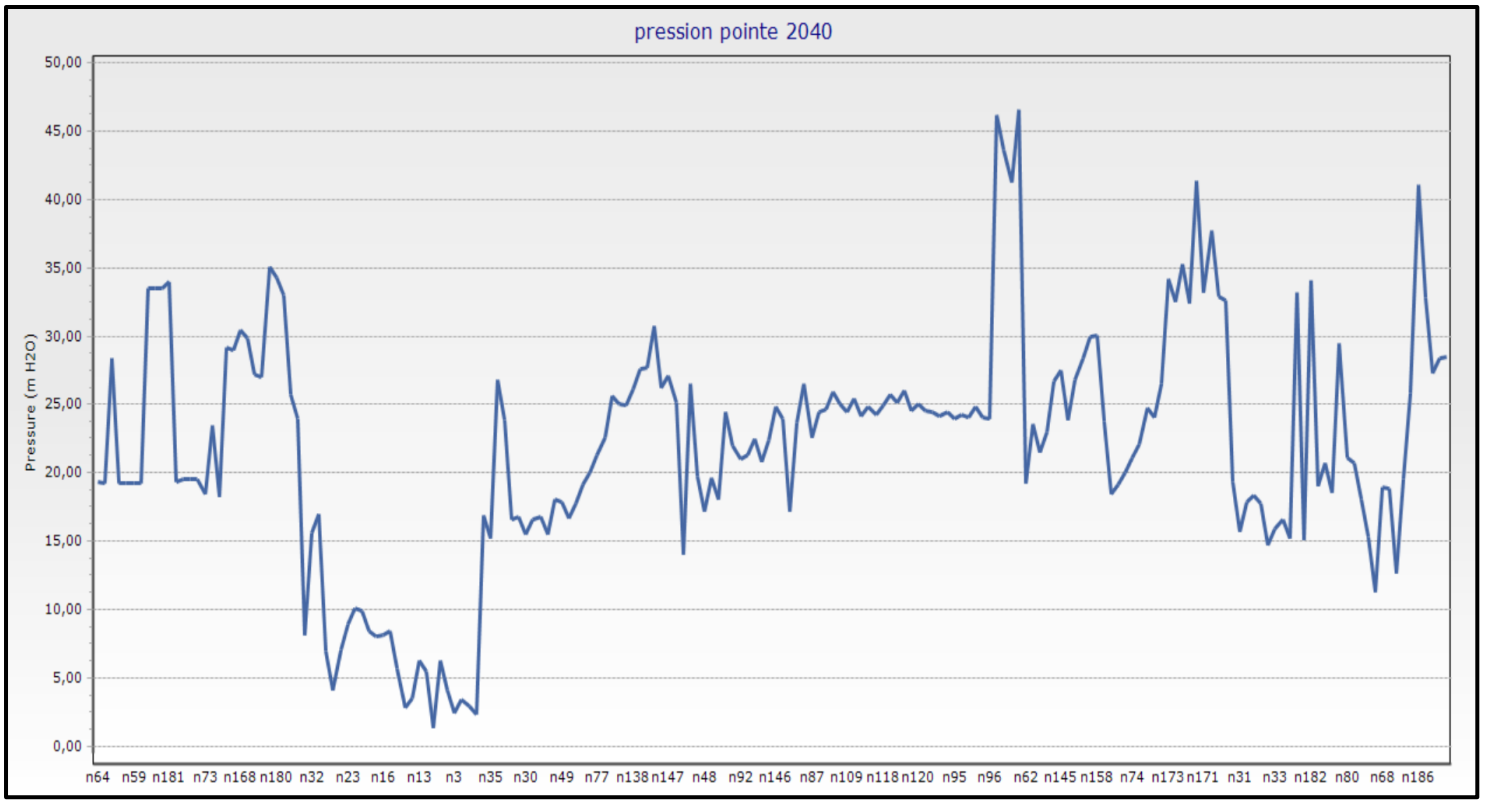


Figure: : Profil des pressions des nœuds dans le réseau existant cas de pointe (horizon 2040).

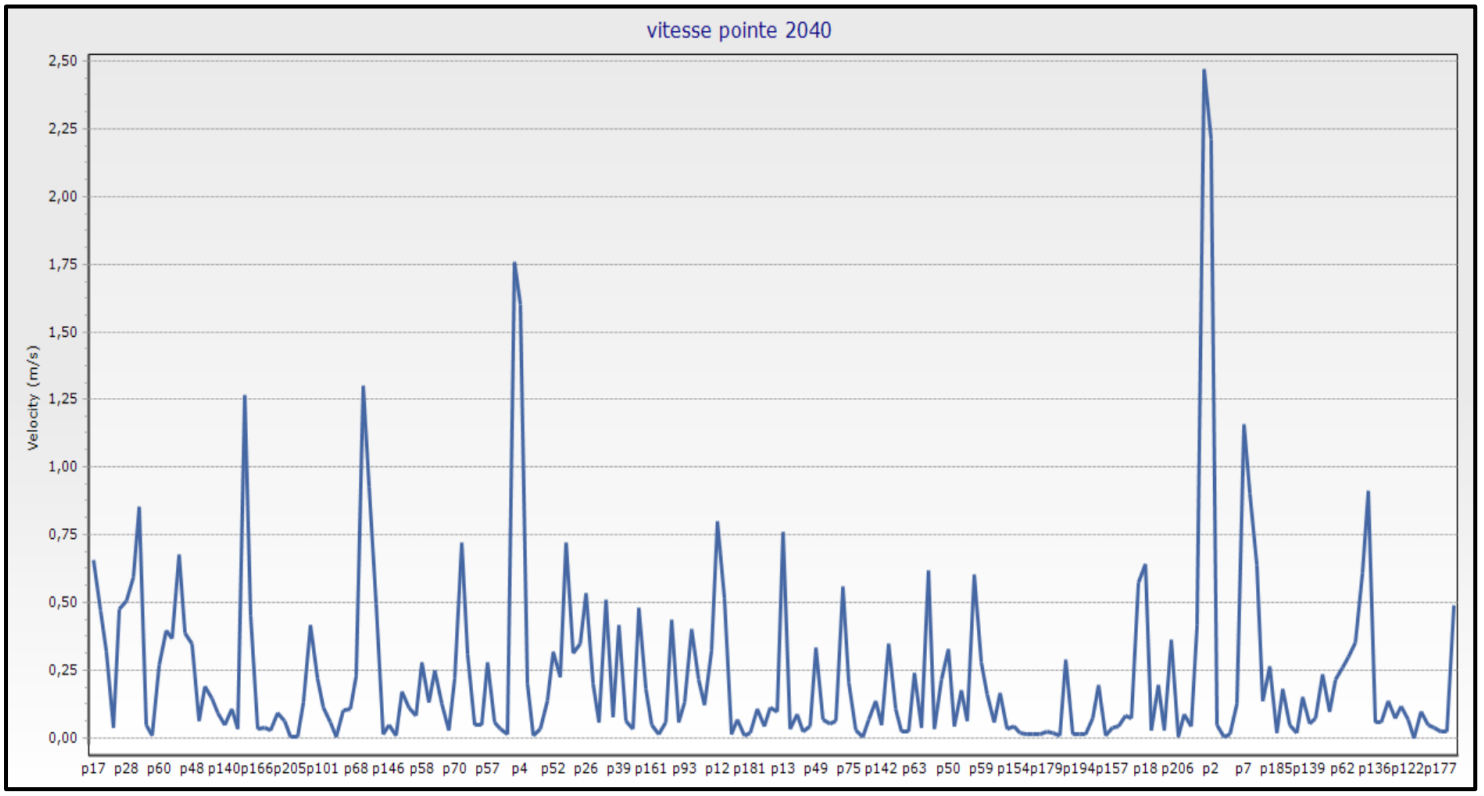


Figure: Profil des vitesses des écoulements dans le réseau existant cas de pointe (horizon 2040).

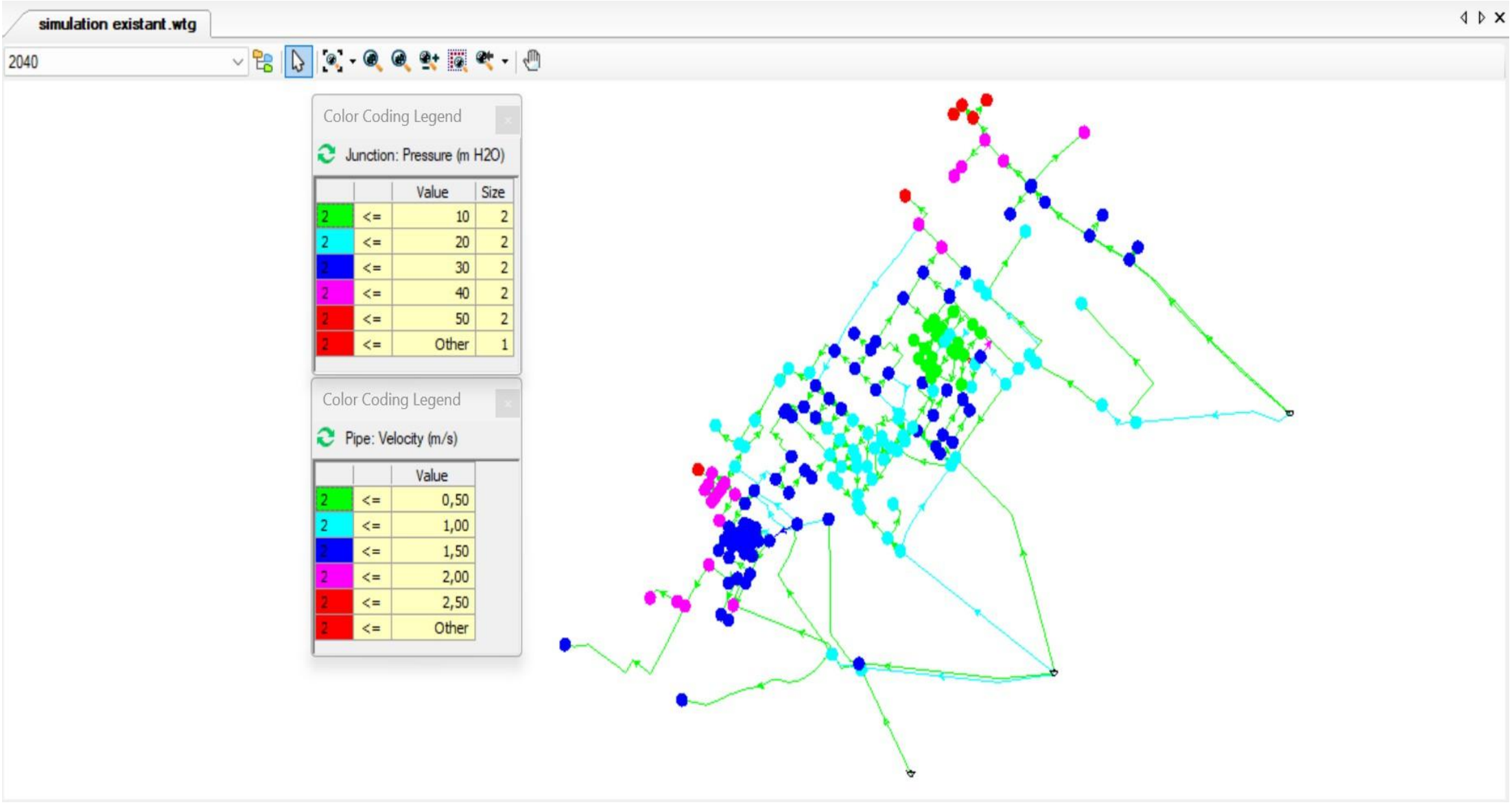


Figure: Résultats de la simulation sur le réseau existant en cas de pointe (horizon moyen terme 2040).

➢ **Graphiques des pressions et des vitesses dans le cas de pointe+ incendie (horizon 2040) :**

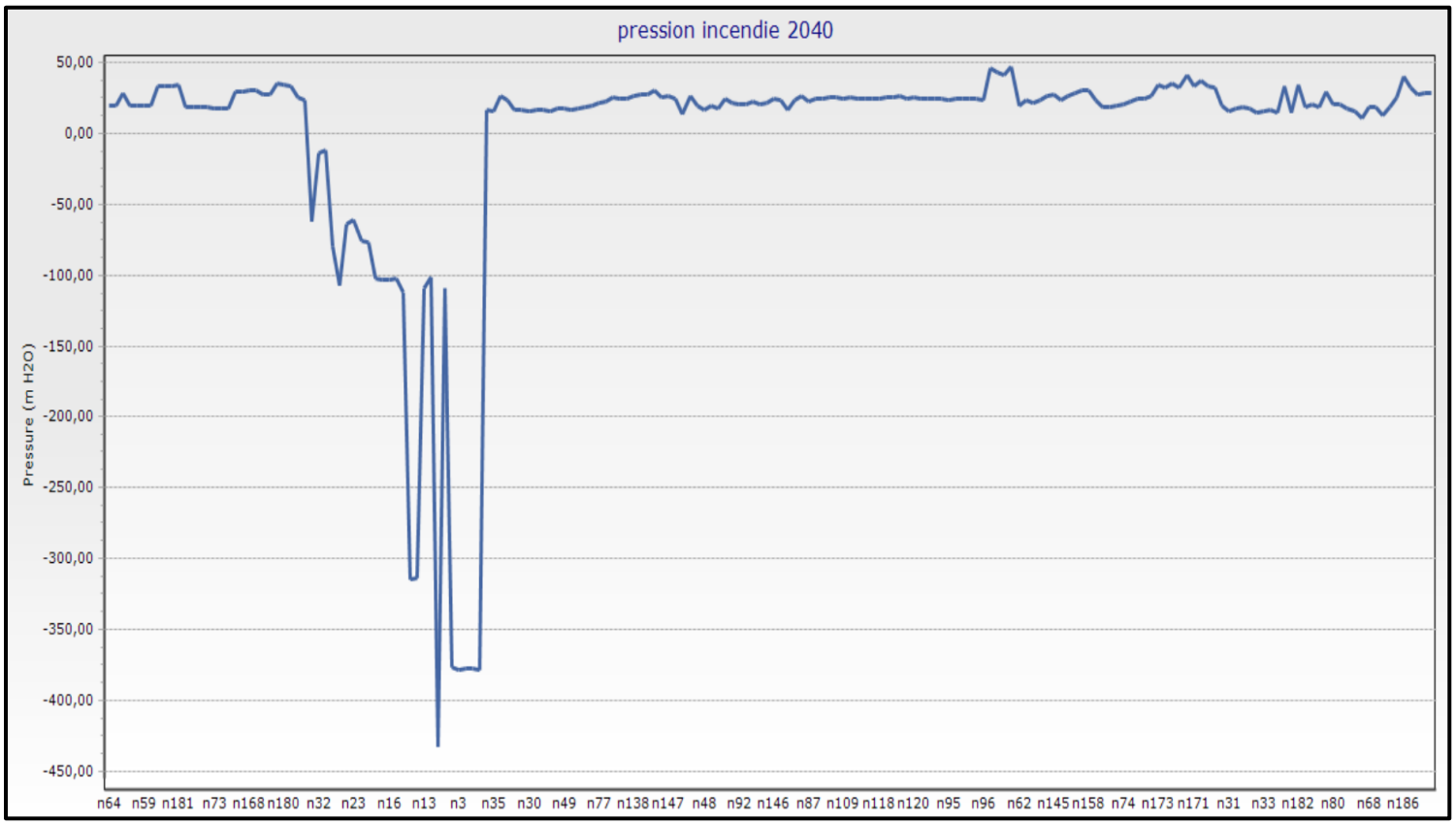


Figure: Profil des pressions des nœuds dans le réseau existant cas de pointe+ incendie (horizon 2040).

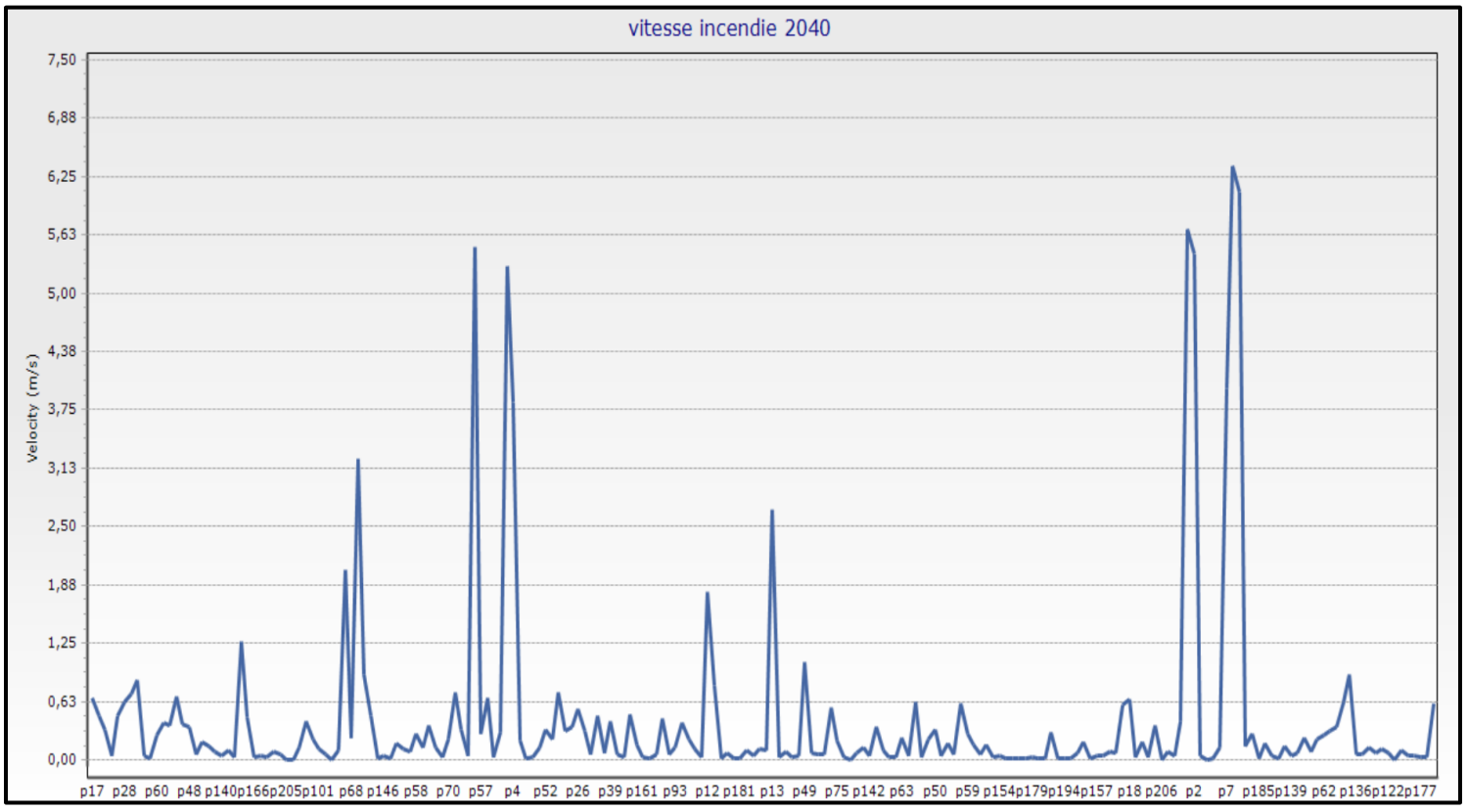


Figure: Profil des vitesses des écoulements dans le réseau existant cas de pointe+ incendie (horizon 2040).

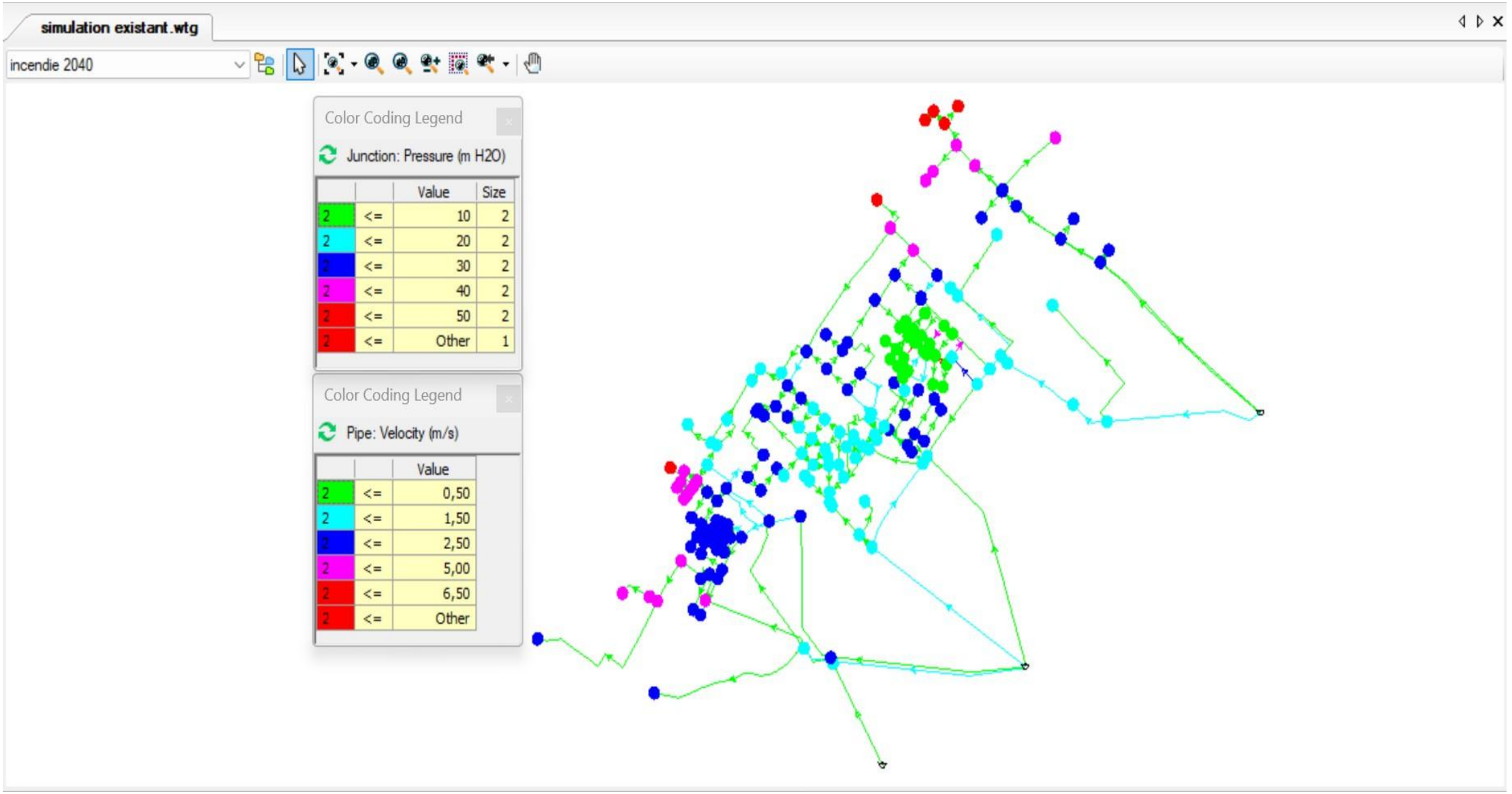


Figure: Résultats de la simulation sur le réseau existant en cas de pointe+ incendie (horizon moyen terme 2040).

Annexes 4:

Prix et épaisseurs des conduites. (Source GROUPE CHIALI).

مجمع شي علي
GROUPE CHIALI

Usine & Siège : Voie A Zone Industrielle BP 160 - 22000 Sidi Bel Abbès
Téléphone : 048 70 31 90
Télécopie : 048 70 35 58
Site Web :www,groupe-chiali.com e-mail : info@groupe-chiali.com

TUBE PEHD EAU PN06

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
110020201	TUBE PEHD Ø 20 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	32,21	37,68
110020251	TUBE PEHD Ø 25 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	41,09	48,08
110020321	TUBE PEHD Ø 32 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	53,95	63,12
110020401	TUBE PEHD Ø 40 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	69,88	81,76
110060501	TUBE PEHD Ø 50 PN 06 EP 2.4 mm	ML	87,64	102,54
110060631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN 06 EP. 2.5 mm	ML	131,72	154,11
110060751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 06 EP. 2.9 mm	ML	186,46	218,15
110060901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN 06 EP. 3.5 mm	ML	257,19	300,91
110061101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN 06 EP. 4.2 mm	ML	374,09	437,68
110061251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN 06 EP. 4.8 mm	ML	477,23	558,36
110061601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN 06 EP. 6.2 mm	ML	787,69	921,60
110062001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN 06 EP. 7.7 mm	ML	1 216,17	1 422,92
110062501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN 06 EP. 9.6 mm	ML	1 898,66	2 221,44
110063151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN6 EP. 12.1 mm	ML	2 951,91	3 453,73
110064001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN6 EP. 15.3 mm	ML	4 703,04	5 502,55
110065001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN6 EP. 19.1 mm	ML	7 241,55	8 472,62
110066301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN6 EP. 19.1 mm	ML	11 492,57	13 446,30

TUBE PEHD EAU PN10

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
110030201	TUBE PEHD Ø 20 PN 10 EP. 2.0 mm	ML	34,32	40,15
110030251	TUBE PEHD Ø 25 PN 10 EP. 2.0 mm	ML	43,78	51,23
110070321	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 32 PN10 EP. 2.0 mm	ML	55,10	64,47
110070401	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 40 PN 10 EP. 2.4 mm	ML	83,50	97,69
110070501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 50 PN10 EP. 3.0 mm	ML	128,66	150,53
110070631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN10 EP. 3.8 mm	ML	203,83	238,48
110070751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 10 EP. 4.5 mm	ML	289,41	338,61
110070901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN10 EP. 5.4 mm	ML	381,88	446,80
110071101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN10 EP. 6.6 mm	ML	568,93	665,64
110071251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN10 EP. 7.4 mm	ML	721,36	843,99
110071601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN10 EP. 9.5 mm	ML	1 181,58	1 382,45
110072001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN10 EP. 11.9 mm	ML	1 848,65	2 162,92
110072501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN10 EP. 14.8 mm	ML	2 869,93	3 357,81
110073151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN10 EP. 18.7 mm	ML	4 322,93	5 057,83
110074001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN10 EP. 23.7 mm	ML	6 936,23	8 115,39
110075001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN10 EP. 29.7 mm	ML	10 783,03	12 616,15
110076301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN10 EP. 37.4 mm	ML	17 077,20	19 980,32

Ø	PN 6 SDR 26	PN 10 SDR 17	PN 16 SDR 11	PN 20 SDR 9	PN 25 SDR 7.4
32	-	2.0	3.0	3.6	4.4
40	-	2.4	3.7	4.5	5.5
50	2.0	3.0	4.6	5.6	6.9
63	2.5	3.8	5.8	7.1	8.6
75	2.9	4.5	6.8	8.4	10.3
90	3.5	5.4	8.2	10.1	12.3
110	4.2	6.6	10.0	12.3	15.1
125	4.8	7.4	11.4	14.0	17.1
160	6.2	9.5	14.6	17.9	21.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4	27.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9	34.2
315	12.1	18.7	28.6	35.2	43.1
400	15.3	23.7	36.3	44.7	54.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8	-
630	24.1	37.4	57.2	70.3	-