



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: Alimentation en eau potable

THEME:

**RESTRUCTURATION DU RESEAU D'AEP DE LA
COMMUNE DE BORDJ EL KIFFAN OUEST (W. ALGER)**

Présenté par:

FERDJANI Besma

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DOUDAR/HALLAL Dahbia	M.C.A	Presidente
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Membre
BOUNNAH Younes	M.A.A	Membre
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Membre
SALHI Chahrazed	M.C.B	Promotrice

Session Septembre 2024

Remerciement

Au début, je remercie ALLAH le miséricordieux de m'avoir donné le courage et la patience durant ces longues années d'étude.

Toute ma gratitude pour ma promotrice, madame SALHI Chahrazed, pour m'avoir accordé sa confiance pour mener à bien ce projet, pour l'encadrement de ce travail et sa disponibilité, ainsi que ses conseils. Son enseignement de qualité a largement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Mes respects vont aux membres du jury qui évalueront mon travail.

Je remercie aussi l'ensemble des enseignants qui m'ont encadré pendant mes études.

Enfin un grand merci tout spécial à mes familles et mes amies pour leurs soutiens inconditionnels et leurs encouragements tout au long de ce projet de fin d'étude.

FERDJANI Besma

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents pour leurs sacrifices, leurs encouragements ainsi que leurs prières pour moi. Que dieu le tout puissant les protège.

À mes chers frères : Abdenour, Badr Eddine et Chams Eddine, mes complices de toujours, je vous envoie tout mon amour et ma gratitude. Nos liens sont plus forts que les mots ne peuvent l'exprimer. Vous êtes mes piliers, et je vous aime plus que tout au monde.

À mes amies précieuses : Massinda, Melissa, Amira, Rawiya, Nassima, Fatima et Zineb, votre présence, vos encouragements et votre soutien ont été des éléments essentiels de mon succès. Merci d'avoir été là pour moi dans les bons moments et dans les moments difficiles. Votre amitié est un cadeau précieux que je chéris profondément.

Je souhaite dédier ce travail à toute ma famille, qui a été ma source d'espoir et de motivation. À chacune de mes amies, ainsi qu'à toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment.

À vous cher lecteur.

À tous ceux qui me connaissent.

FERDJANI Besma

ملخص :

يتمثل عملنا في إجراء دراسة إعادة هيكلة لشبكة إمدادات المياه الصالحة للشرب لجماعة برج الكيفان غرب ولاية الجزائر العاصمة، أي تحديد أعطال نظام التوزيع وكذلك تخزين الأشغال والتحقق من قدرة الشبكة الحالية على نقل معدلات التدفق اللازمة لأفق الدراسة 2054.

وبالنظر إلى أن هذا النظام يفشل في تلبية احتياجات أفق الدراسة 2054، فإن هدفنا يتمثل في إجراء دراسة إعادة هيكلة الشبكة مع توصيات لتحسين إمدادات مياه الشرب للبلدية مثل: تحديد حجم الشبكة للمناطق التي لا تحتوي على شبكة وتجديد شبكة التوزيع وعمل نظام تقسيمي بطرق تلبية الاحتياجات المائية المستقبلية لمنطقتنا الحضرية ومن حيث تدفق الضغط وكذلك موقع الملحقات وأجهزة القياس. واقترحنا تخطيط خزان شبه مدفون بمساحة 1500 م³ لتلبية الاحتياجات. وأخيراً قمنا بشرح منهجية وضع الأنابيب وتنظيم الموقع وتقدير تكلفة المشروع من خلال دراستنا.

الكلمات المفتاحية: إعادة الهيكلة؛ تحسين؛ شبكة المياه الصالحة للشرب؛ تجديد؛ تحديد الحجم؛ برج الكيفان الغربية

Résumé :

Notre travail consiste à faire une étude de restructuration du réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Bordj El Kiffan Ouest, wilaya d'Alger, c'est-à-dire la détermination des défaillances du système de distribution ainsi que les ouvrages de stockage et la vérification de la capacité du réseau existant de véhiculer les débits nécessaires à l'horizon d'étude 2054.

Vu que ce système n'arrive pas à satisfaire les besoins à l'horizon d'étude 2054 notre objet consiste à faire une étude de restructuration du réseau recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable de la commune telle que : le dimensionnement du réseau a les zones que contient pas un réseau et la rénovation du réseau de distribution (les conduites en Fonte Ductile) et faire un système de sectorisation de façons à satisfaire les besoins en eau futurs de notre agglomération et en matière de débit pression, aussi l'emplacement des accessoires et des appareils de mesure. Et nous avons proposé de projeter un réservoir semi enterré de 1500 m³ pour satisfaire les besoins. Enfin, nous avons expliqué la méthodologie de pose des canalisations, l'organisation de chantier et estimé le coût du projet de notre étude.

Mots clé : Restructuration ; Amélioration ; Réseau d'AEP ; Rénovation ; Dimensionnement ; Bordj El Kiffan Ouest.

Abstract:

This work involves conducting a restructuring study of the potable water supply network in the commune of Bordj El Kiffan Ouest, Wilaya of Algiers. This entails identifying the failures in the distribution system, including the storage facilities, and verifying whether the existing network can carry the necessary flow rates for the study horizon of 2054. Since the system is unable to meet the needs projected for 2054, our objective is to conduct a restructuring study of the network and provide recommendations to improve the potable water supply in the commune. These recommendations include resizing the network in areas currently uncovered, renovating the distribution network (specifically the Ductile Iron pipes), and implementing a sectorization system to ensure future water demand is met, both in terms of flow and

pressure. Also, a focus is made on the placement of accessories and measuring devices. Furthermore, we propose the construction of a semi-buried reservoir with a capacity of 1500 m³ to meet future needs. Finally, we have outlined the methodology for laying the pipelines, the organization of the construction site, and estimated the project cost for this study.

Keywords: Restructuring; Improve; Potable Water Supply Network; Renovating; Resizing; Bordj El Kiffan Ouest

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	2
Introduction	3
I.1 Présentation de la zone d'étude :	3
I.2 Données Naturelle du site :	4
I.2.1 Topographie et reliefs.....	4
I.2.2 Géologie.....	4
I.2.3 Caractéristiques climatiques :	6
I.2.3.1 Température.....	6
I.2.3.2 Humidité :.....	6
I.2.3.3 Vent :	7
I.2.3.4 Pluviométrie :	7
I.2.3.5 Sismicité :.....	8
I.3 Situation Hydraulique	9
I.4 Conclusion.....	11
Chapitre II : Estimation des besoins en eau	12
Introduction	13
II.1 Evaluation de la Population future	13
II.2 : Evaluation des débits	13
II.2.1 : Choix de la dotation	13
II.2.2 : Catégories des besoins en eau	14
II.3 : Evaluation des besoins	14
II.3.1 : Besoins domestique actuel et future	14
II.3.2 : Besoins équipements actuels	15
II.3.2.1 Besoins scolaires	15
II.3.2.2 : Besoins administratifs.....	15
II.3.2.3 : Besoins socioculturelles et sportifs	16
II.3.2.4 : Besoins de santé	16
II.3.3 : Besoins équipements future.....	16
II.3.4 : Récapitulatif des besoins actuels et futures	17
II.4 : Variation de la consommation journalière.....	17
II.4.1 : Consommation maximal journalière	17
II.4.2 : Consommation minimal journalière	17

II.5 : Variation de la consommation horaire	18
II.5.1 : Consommation moyenne horaire	18
II.5.2 : Consommation maximale horaire	18
II.5.3 : Consommation minimal horaire	19
II.6 : Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants .	20
II.6.1 : Régime consommation horaire actuel 2024	20
II.6.2 : Régime consommation horaire à l'horizon 2054	23
II.7 Bilan ressources / besoin	25
II.7.1 : Estimation des besoins en eau de la commune de Bab Ezzour	25
II.7.1.1 : Besoins domestique	25
II.7.1.2 : Besoins des équipements	26
II.7.1.3 : Débit maximum journalier	26
II.7.1.4 : Le bilan	26
II.7 : Conclusion	27
Chapitre III : Les réservoirs de stockage	28
Introduction	29
III.1 : Rôles des réservoirs	29
III.2 : Emplacement des réservoirs	29
III.3 : Types des réservoirs	30
III.3.1 : D'après la nature des matériaux	30
III.3.2 : D'après la situation des lieux	30
III.3.3 : D'après des considérations esthétiques	30
III.4 : Equipements des réservoirs d'alimentation	30
III.4.1 Conduite d'arrivée	31
III.4.2 Conduite de départ	31
III.4.3 Conduite de trop plein :	31
III.4.4 Conduite de vidange :	31
III.4.5 Conduite by-pass :	32
III.4.6 : Matérialisation de la réserve d'incendie	32
III.4.6.1 : Système à siphon :	32
III.4.6.2 : Système à deux prises	32
III.5 : Calcul du volume du réservoir	33
III.5.1 : La méthode analytique	33
III.5.2 : La méthode graphique	34
III.5.3 : Principe de calcul	35

III.6 : Bilan de stockage :	37
III.7 Dimensionnement du réservoir projeté :	37
III.7.1 Résumé des caractéristiques du réservoir projeté.....	39
III.8 Diagnostic et réhabilitation des réservoirs existants	39
III.9 Entretien des réservoirs et hygiène	40
III.10 Conclusion	41
Chapitre IV : Diagnostic du réseau d’AEP existant	42
Introduction	43
IV.1 Objectifs	43
IV.2 Diagnostique de réseau de distribution	43
IV.2.1 Diagnostic physique	43
IV.2.1.1 Analyse des canalisations	44
IV.2.1.2 Analyse par type de matériaux de canalisations	45
IV.2.1.3 Analyse par diamètre des conduites.....	46
IV.2.1.4 : Etat physique des conduites.....	47
IV.2.1.5 Conclusion.....	47
IV.2.2 Diagnostic hydraulique.....	48
IV.2.2.1 Présentation du logiciel Epanet	48
IV.2.2.2 Détermination des débits du réseau actuel (2024).....	48
IV.2.2.3 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel :	61
IV.2.2.4 Analyse et interprétation des résultats de simulation.....	65
IV.2.2.5 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel	66
IV.2.2.6 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon futur 2054	71
Conclusion.....	73
Chapitre V : Dimensionnement du réseau d’AEP	74
Introduction	75
V.1 Types des réseaux de distribution	75
V.1.1 Le réseau ramifié	75
V.1.2 Le réseau maillé.....	75
V.1.2 Le réseau mixte.....	76
V.2 Choix du type de distribution	76
V.3 Conception et principe du tracé d’un réseau de distribution	77
V.4 Choix du type de matériau des conduites	77
V.5 Calcul hydraulique du réseau.....	78
V.5.1 Débit spécifique :	78

V.5.2 Débit en route	78
V.5.3 Débit aux nœuds	78
V.6 Calcul des débits	78
V.6.1 Cas de pointe	78
V.6.2 Cas de pointe + incendie :	79
V.7 Résultats de la simulation hydraulique du réseau pour les deux cas (cas de pointe et cas de pointe + incendie)	86
V.8 Interprétation des résultats.....	96
Conclusion.....	96
Chapitre VI : Les accessoires et pièces spéciales.....	97
Introduction	98
VI.1 Les accessoires du réseau.....	98
VI.1.1 : Les Robinets-Vannes.....	98
VI.1.1.1 : Robinet vanne à opercule	98
VI.1.1.2 : Les vannes papillons	99
VI.1.1.3 : Les vannes d'altitude.....	99
VI.1.1.4 : Les robinets de décharge	100
VI.1.2 : Les Clapets.....	100
VI.1.3 : Les ventouses	100
VI.1.4 : Les régulateurs de pression.....	101
VI.2 Les pièces spéciales	101
VI.2.1 : les coudes.....	101
VI.2.2 : les cônes.....	102
VI.2.3 : Les croix de jonction	102
VI.2.4 : Les manchons.....	103
VI.2.5 : Les tés.....	103
VI.2.6 : By-pass	103
VI.3 : Conclusion.....	104
Chapitre VII : Management et organisation de chantier	105
Introduction	106
VII.1 Pose de canalisation.....	106
VII.1.1 Types de pose de canalisation.....	106
VII.2 Les différents travaux à entreprendre	106
VII.2.1 Travaux concernant un réseau d'alimentation en eau potable.....	106
VII.2.2 Travaux concernant le réservoir.....	107

VII.3 Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation	107
VII.3.1 Longueur des canalisations requises	107
VII.3.2 Volume de décapage de la couche végétale ou goudron.....	108
VII.3.3 Volume de déblai	108
VII.3.4 Volume du lit de sable.....	110
VII.3.5 Volume de la conduite.....	110
VII.3.6 Volume de remblai compacté	111
VII.4 Devis quantitatif et estimatif réseau de distribution	112
VII.5 Calcul des volumes des travaux de réservoir R 1500	113
VII.5.1 Volume du décapage	114
VII.5.2 Volume total des déblais.....	114
VII.5.3 Volume de tout venant.....	115
VII.5.4 Volume de béton de propreté.....	115
VII.5.5 Volume du béton armé	116
VII.5.6 Volume du remblai compacté	117
VII.5.7 Devis estimatif des travaux de réservoir	118
VII.6 Planification des travaux.....	119
VII.6.1 Les différentes tâches de réalisation.....	119
VII.6.1.1 Les principales opérations pour le réseau de distribution	119
VII.6.1.2 Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM).....	119
VII.6.1.3 Les principales opérations pour le réservoir	121
VII.7 Les engins utilisés.....	123
<input type="checkbox"/> Le bulldozer	123
<input type="checkbox"/> La pelle hydraulique.....	124
<input type="checkbox"/> Le chargeur	124
<input type="checkbox"/> Le compacteur.....	124
<input type="checkbox"/> La niveleuse	124
VII.8 Conclusion.....	125
Conclusion générale.....	126

Listes des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	2
Tableau I.1 : Températures moyennes mensuelles de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).....	6
Tableau I.2 : Humidités relatives maximales, minimales et moyennes de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).....	6
Tableau I.3 : Vitesses moyennes des vents (2011-2021) de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).....	7
Tableau I.4 : Pluies moyennes mensuelles de la station de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).....	7
Chapitre II : Estimation des besoins en eau	12
Tableau II.1 : Répartition de la population	13
Tableau II .2 : Répartition de la dotation	14
Tableau II.3 : Besoins domestique.....	14
Tableau II.4 : Besoins scolaires actuels	15
Tableau II.5 : Besoins administratifs actuels	15
Tableau II.6 : Besoins socioculturelles et sportifs actuels	16
Tableau II.7 : Besoins de santé actuel.....	16
Tableau II.8 : Besoins équipements actuel et futur	16
Tableau II.9 : Récapitulatif des besoins actuels et futures.....	17
Tableau II.10 : Récapitulative du Q_{maxj} , Q_{minj} , Q_{moyj}	18
Tableau II.11 : Consommation moyenne horaire	18
Tableau II. 12 : Variation du coefficient β_{max}	19
Tableau II.13 : Variation de la consommation horaire maximale.	19
Tableau II. 14 : Variation du coefficient β_{min}	20
Tableau II.15 : Variation de la consommation horaire minimale.....	20
Tableau II.16 : Consommation horaire à l'horizon 2024.....	20
Tableau II.17 : Consommation horaire à l'horizon 2054.....	23
Tableau II.18 : Répartition de la population	25
Tableau II.19 : Besoins domestique.....	25
Tableau II.20 : Besoins des équipements	26
Tableau II.21 : Débit maximum journalier	26
Tableau II.22 : Balance ressources/besoin	26

Chapitre III : Les réservoirs de stockage	28
Tableau III.1 : Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2054	36
Tableau III.2 : Bilan de stockage.....	37
Tableau III.3 : caractéristiques du réservoir projeté	39
Tableau III.4 : caractéristiques du château d'eau existant	40
Chapitre IV : Diagnostic du réseau d'AEP existant	42
Tableau IV.1 : Classement des conduites de distribution en fonction de leur taille et du matériau utilisé.....	44
Tableau IV.2 : Pourcentage de distribution des conduites selon les types de matériaux.....	44
Tableau IV.3: Calculs de débits routes et nœuds (réseau existant l'horizon 2024)	49
Tableau IV.4 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant cas de pointe ...	62
Tableau IV.5 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe).....	63
Tableau IV.6 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (cas de pointe + incendie)	66
Tableau IV.7 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe + incendie)	68
Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'AEP	74
Tableau V.1 Calcul des débits spécifiques à l'horizon 2054	78
Tableau V.2: Calcul des débits nœuds à l'heure de pointe.....	79
Tableau V.3 vitesses et pertes de charges dans le réseau.....	86
Tableau V.4: Cotes et pression des nœuds.....	90
Tableau V.5: comparaison entre le réseau existant et le réseau projeté	96
Chapitre VII : Management et organisation de chantier	105
Tableau VII.1. Quantité des canalisations requises	107
Tableau VII.2 : calcul du volume du déblai	109
Tableau VII.3: volume du lit de sable.....	110
Tableau VII.4: volume de la conduite	111
Tableau VII.5: volume du remblai.....	112
Tableau VII.7 : Devis quantitatif et estimatif de l'exécution	112
Tableau VII.8: Volume de décapage de réservoir projeté.....	114
Tableau VII.9: Volume de déblai de réservoir projeté	114
Tableau VII.10: volume de tout venant de réservoir projeté	115
Tableau VII.11: volume de béton de propreté de réservoir projeté.....	115
Tableau VII.12 Calcul du volume du béton armé du réservoir	116
Tableau VII.13 : Calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir ..	117

Tableau VII.14 : Calcul du volume du remblai compacté	118
Tableau VII.15: Devis estimatif des travaux des réservoirs	118
Tableau VII.16: Récapitulatif du devis estimatif du projet.....	118
Tableau VII.17: Les opérations principales à réaliser et leurs durées	119
Tableau VII.18 : Les opération des travaux (précède, succède).....	120
Tableau VII.19: Les opérations principales à réaliser et leurs durées	121
Tableau VII.20 : Les opération des travaux (précède, succède).....	122

Listes des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	2
Figure I.1 : Présentation géographique de la zone d'étude	3
Figure I.2 : Carte topographique de la commune de Bordj El Kiffan	4
Figure I.3 : Carte géologique de la Mitidja-Est (MacDonald et Partners,1983)	5
Figure I.4: Carte de zonage sismique en Algérie	8
Figure I.5 : Plan de situation de la station Bordj El Kiffan.....	9
Figure I.6: Schéma d'alimentation de la zone d'étude	10
Chapitre II : Estimation des besoins en eau	12
Figure II.1 : Régime de la consommation horaire (2024).....	22
Figure II.2 : Courbe de consommation cumulée (2024).	22
Figure II.3 : Régime de la consommation horaire (2054).....	24
Figure II.4 : Courbe de consommation cumulée (2054).	24
Chapitre III : Les réservoirs de stockage	28
Figure III.1 : Schéma synoptique d'une installation d'un réservoir	31
Figure III.2 : Système d'incendie à siphon	32
Figure III.3 : Système d'incendie à deux prises	33
Figure III.4 : Schéma de la méthode graphique	35
Figure III.4 : château d'eau et chambre des vannes.....	39
Chapitre IV : Diagnostic du réseau d'AEP existant	42
Figure IV.1 : Diagramme circulaire des répartitions des matériaux.....	45
Figure IV.2 : Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau.....	46
Figure IV.3 : Etat du réseau existant au cas de pointe.....	61
Figure IV.4 : distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe l'horizon 2024)	64
Figure IV.5 : distribution des pressions du réseau existant (cas de point l'horizon 2024)	64
Figure IV.6 : Répartition des vitesses dans les conduites	65
Figure IV.7 : Répartition des pressions dans les nœuds	65
Figure IV.8 : distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe +incendie)	69
Figure IV.9 : distribution des pressions du réseau existant cas de pointe +incendie	69
Figure IV.10: Résultats de simulation cas de pointe+ incendie horizon actuel	70

Figure IV.11: Résultats de simulation cas de pointe (horizon 2054)	71
Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'AEP	74
Figure V.1 : schéma d'un réseau ramifié	75
Figure V.2 : schéma d'un réseau maillé.....	76
Figure V.3 : schéma d'un réseau mixte	76
Figure V.4: Résultats de simulation cas de pointe.....	94
Figure V.5: Résultats de simulation cas de pointe+ incendie	95
Chapitre VI : Les accessoires et pièces spéciales.....	97
FigureVI.1: Robinet vanne a opercule	98
FigureVI.2 : Vanne papillon.....	99
FigureVI.3 : Vanne d'altitude	99
FigureVI.4 : Les différents types de clapet anti retour	100
FigureVI.5 : Ventouse.....	100
FigureVI.6 : Régulateur de pression	101
FigureVI.7 : Les coudes	102
FigureVI.8 : Cône	102
FigureVI.9 : Croix de jonction	102
FigureVI.10 : Manchon.....	103
FigureVI.11 : tes	103
Chapitre VII : Management et organisation de chantier	105
Figure VII.1: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution	121
Figure VII.2: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réservoir	123

Listes des Planches

Planche N°1 : Plan de masse avec le réseau existant

Planche N°2 : Plan de masse avec le réseau projeté

Planche N°3 : Profil en long de la conduite principale

Planche N°4 : Coupe du réservoir semi enterré projeté de 1500 m^3

Planche N°5 : Accessoires dans un réseau d'Alimentation en Eau Potable

Introduction générale

L'alimentation en eau potable (AEP) constitue un service vital pour les villes, répondant aux besoins fondamentaux des résidents et soutenant les activités économiques. Un réseau d'AEP efficace et fiable est indispensable pour garantir un approvisionnement en eau sécurisé et continu.

Dans ce contexte, s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude, qui porte l'intituler de « Restructuration du réseau d'AEP de la commune de Bordj El Kiffan Ouest wilaya d'ALGER ».

La commune de Bordj El Kiffan Ouest présente plusieurs dégradations avancées des réseaux d'AEP. Ces dégradations se matérialisent par la récurrence des fuites d'eau sur les réseaux, et influent négativement sur la bonne distribution d'eau potable dans cette ville.

L'objectif principal de ce mémoire est de réaliser un diagnostic approfondi du réseau existant d'approvisionnement en eau potable de la commune de Bordj El Kiffan Ouest, d'identifier les failles et les insuffisances. Ce diagnostic servira de base pour proposer des solutions de restructuration visant à améliorer la fiabilité, la qualité et la capacité de ce système.

Notre objectif est de répondre de manière quantitative et qualitative aux besoins en eau des consommateurs, tant à court terme qu'à long terme. Il s'agit donc de fournir aux citoyens ruraux un réseau de distribution de haute qualité, fiable, et garantissant un approvisionnement continu en eau potable, avec une pression et vitesse adéquate.

Afin de mener à bien notre étude, nous l'avons subdivisée en sept chapitres. Nous commençons par les études préliminaires, suivies par le diagnostic et le dimensionnement du réseau d'alimentation, en utilisant le logiciel EPANET comme support. Nous concluons par la pose des canalisations et l'organisation du chantier.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction

Le but de ce chapitre est d'obtenir une compréhension de la situation géographique, topographique, géologique, climatique, démographique et hydraulique de la zone d'étude, et cela nous permet de mener à bien notre travail.

I.1 Présentation de la zone d'étude :

Bordj El Kiffan Ouest (BEKO) commune côtière est située à environ 15 km à l'Est d'Alger, sur la rive orientale de la baie d'Alger. En plus de la ville même, elle englobe les zones urbanisées de Ben Mred, Dergana et Ben Zerga.

Elle s'étend sur une superficie de 876 ha, sur lequel vivent 73 432 habitants en 2020



Figure I.1 : Présentation géographique de la zone d'étude

(Source : google earth)

Bordj El Kiffan, commune rattachée à la Daira de Dar El Baida, administrativement, elle est limitée :

- Au Nord, par la mer Méditerranée.
- Au Sud, par la commune de Rouiba et Dar El Baida.
- A l'Est, par les communes de Mohammadia et Bab Ezzouar.
- A l'Ouest, par les communes d'Oued El Hamiz et Bordj El bahri.

I.2 Données Naturelle du site :

I.2.1 Topographie et reliefs

Le levé topographique constitue un élément essentiel pour la réalisation du projet, car il vise à déterminer les profils en long, choisir les tracés et identifier les emplacements propices pour implanter les réservoirs.

Notre zone d'étude est caractérisée par un terrain plat à légèrement incliné, avec des basses altitudes avec des pentes de (0 à 5%).

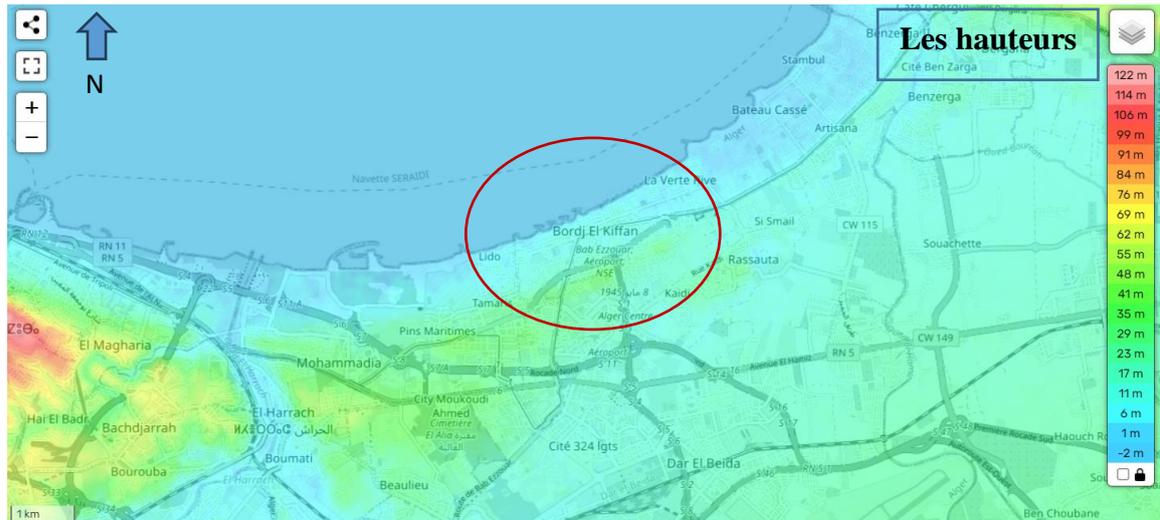


Figure I.2 : Carte topographique de la commune de Bordj El Kiffan

(Source : topographic-map.com)

I.2.2 Géologie

La géologie de la région est complexe et se caractérise par un dôme métamorphique primaire entouré de terrains sédimentaires datant du tertiaire et du quaternaire.

Le primaire : Il est composé d'un socle métamorphique de roches cristallophylliennes très tectonisées, visibles notamment entre Ain Benian, Bouzaréah et le port d'Alger, ainsi qu'à l'ouest de Sidi Fredj et à l'est de Bordj El Bahri.

Le secondaire : Représenté par le Crétacé, on y trouve des formations de craies caractéristiques de cette période.

Le tertiaire : Marqué par une absence de l'éocène et de l'oligocène, il recouvre le socle métamorphique en discordance. Les principales formations incluent :

- ✓ **Miocène inférieur** : Composé de grès et de poudingues, très tectonisé et avec de petites zones d'affleurement.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- ✓ **Pliocène inférieur** : Argilo-marneux, il affleure dans le Sahel avec une épaisseur dépassant 200 mètres, et est recouvert par des formations plus récentes.
- ✓ **Pliocène supérieur** : Composé d'argiles sableuses, de grès et de calcaire.

Le quaternaire : Comprend diverses formations lithologiques telles que des sables, grès, limons, éboulis et dépôts de pente. Le Sahel est notamment argileux, marneux et grésocalcaire.

(Source : direction des ressources en eau W.Alger)

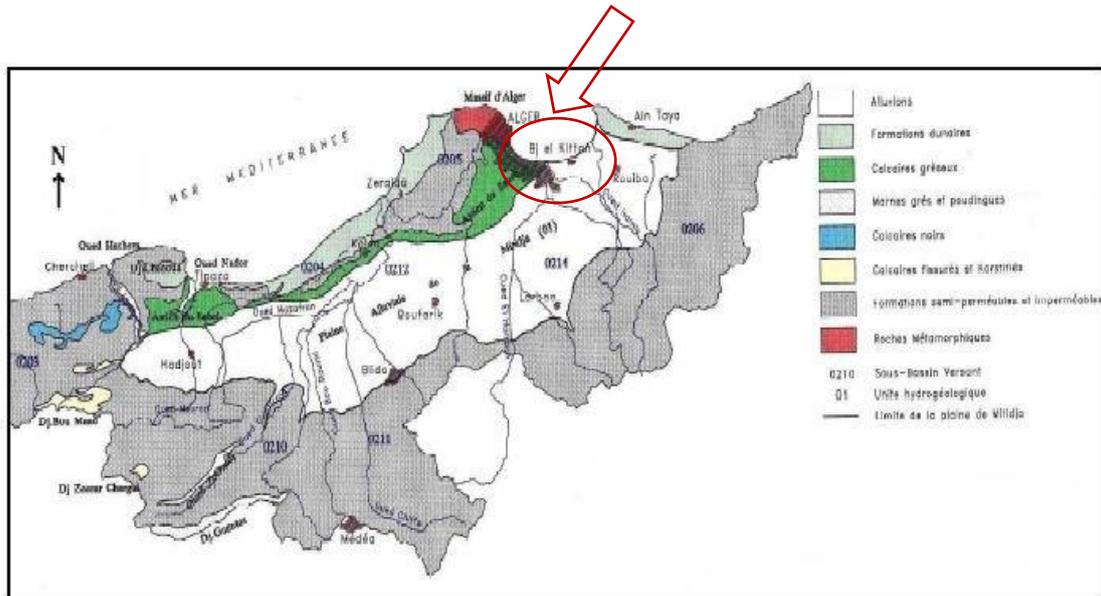


Figure I.3 : Carte géologique de la Mitidja-Est (MacDonald et Partners, 1983)

(Source : Bulletin du Service Géologique National)

Recommandation :

- Utiliser des images satellite pour analyser la dynamique des sols, des formations côtières, et les évolutions du littoral.
- Réaliser des forages et des sondages pour analyser la composition des sols et identifier les risques liés aux mouvements de terrain.
- Utiliser des modèles numériques pour simuler les risques naturels (inondations, érosion, séismes) et prédire les impacts à long terme.

I.2.3 Caractéristique climatique :

I.2.3.1 Température :

La zone est soumise à un climat méditerranéen, littoral, marin. Il se caractérise par de long étés chauds et secs « Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août » avec une température moyenne de 23°, et des hivers doux et humides avec une température moyenne de 14°. La neige est rare mais pas impossible.

Tableau I.1 : Températures moyennes mensuelles de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avri	Mai	Juin	Juil	Aou
T(C°)	23.7	20.5	15.2	12.3	11.4	11.4	13.6	15.7	18.9	22.8	25.4	26.3

(Source : ONM, station de Dar El Beida)

I.2.3.2 Humidité :

La région d'étude est caractérisée par une forte humidité à l'exception de la période estivale, Les hivers sont doux et humides d'octobre à mars suivis d'une saison sèche et chaude s'étendant entre mai et septembre.

Le tableau I.2 illustre les taux d'humidités relatives maximales, minimales et moyennes durant la période 2011-2021 (en %).

Tableau I.2 : Humidités relatives maximales, minimales et moyennes de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).

Humidité	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Minimal	44	46	52	54	52	53	49	48	50	43	43	41
Maximal	92	94	95	95	95	96	95	95	96	94	92	91
Moyenne	72	75	78	80	79	81	77	76	77	71	70	70

(Source : ONM, station de Dar El Beida)

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.2.3.3 Vent :

En hiver les vents sont à prédominance Sud- Sud- Ouest et en été Nord- Nord- Est. Le reste de l'année ils peuvent être très forts et dévastateurs.

Le tableau suivant illustre les vitesses moyennes des vents.

Tableau I.3 : Vitesses moyennes des vents (2011-2021) de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout
V(m/s)	2.5	1.9	2.3	2.4	2.6	2.3	2.2	2.8	2.7	2.8	2.6	2.5

(Source : ONM, station de Dar El Beida)

I.2.3.4 Pluviométrie :

Ces pluies présentent une autre caractéristique méditerranéenne : la violence, puisque le 827 mm de pluie annuelles se répartissent seulement sur 69 jours soit un jour de pluie sur 5.28 avec 11mm par jour pluvieux.

Ce sont des formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe terrestre (pluie, neige, grêle). La moyenne mensuelle à Bordj El Kiffan atteint les 600 mm/an pour les mois de Novembre, Décembre et Janvier.

Concernant la période chaude : Juin, juillet, Aout la moyenne est inférieure à 10 mm

Tableau I.4 : Pluies moyennes mensuelles de la station de la station de Dar El-Beida durant la période (2011-2021).

Mois	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avril	mai	juin	juil	aout	Total (mm)
Pmoy (mm)	31.6	45.7	82.4	86.0	96.3	77.2	41.8	65.7	45.3	7.3	2.0	13.2	594.5

(Source : ONM, station de Dar El Beida)

I.2.3.5 Sismicité :

Bordj El Kiffan, en tant que zone urbanisée, est exposée à un risque sismique modéré à élevé en raison de la proximité de failles actives. La vulnérabilité est amplifiée par la densité de la population et le type de constructions, certaines ne respectant pas toujours les normes parasismiques. Ce qui impose de renforcer les infrastructures du réseau d'eau potable, en choisissant des matériaux adaptés et des techniques de pose résistantes aux secousses sismiques.

L'aire de notre zone d'étude est classée en zone à sismicité élevée (zone 05).

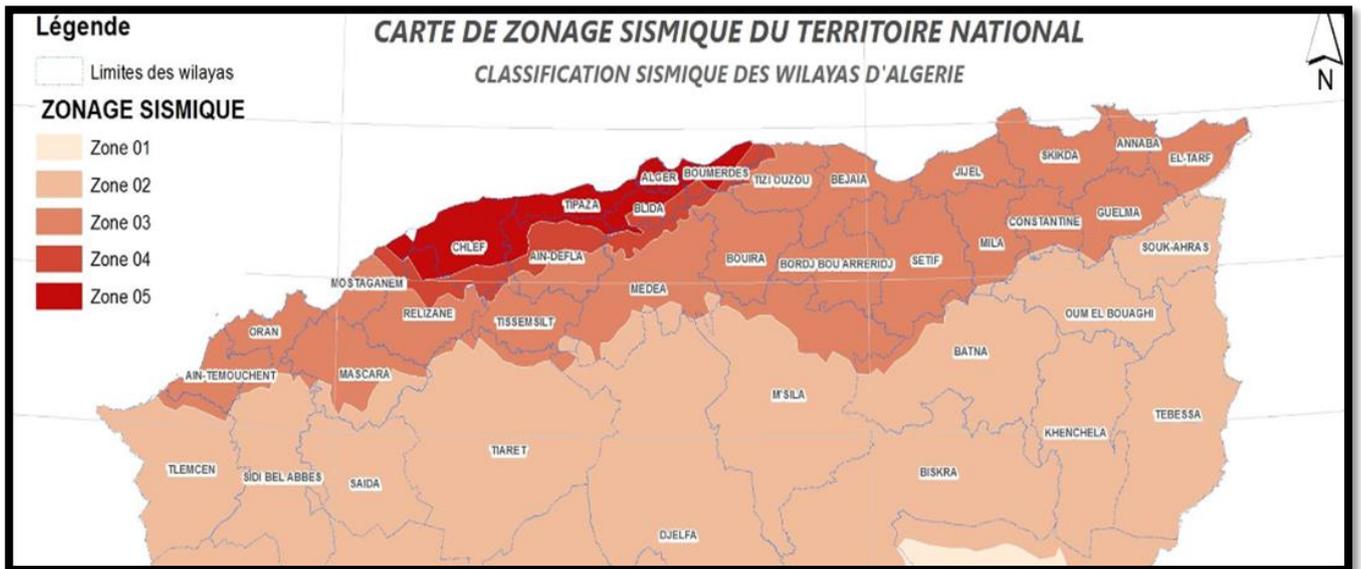


Figure I.4: Carte de zonage sismique en Algérie

Source : <https://www.researchgate.net/>

I.3 Situation Hydraulique

La station de pompage de Bordj El Kiffan Ouest est située à la limite entre les communes de Bab Ezzouar et Bordj El Kiffan. Cette station alimente aujourd'hui la totalité de la commune de Bab Ezzouar et notre zone d'étude Bordj El Kiffan Ouest ainsi que les deux réservoirs Mohammdia et Belfort.



Figure I.5 : Plan de situation de la station Bordj El Kiffan

(Source : google earth)

Le site comprend :

- ✓ La bache d'aspiration (2x10000 m³) ;
- ✓ Le local de pompage ;
- ✓ Un château d'eau (alimenté par la station de pompage).

Cette station de pompage alimente aujourd'hui deux lignes de pompage à savoir :

➤ **1 ère ligne (2 GEP) :**

- ✓ Les réservoirs d'El Mohammadia (1500m³) et Bel fort (2000m³) ;

➤ **2 ème ligne (5 GEP) :**

- ✓ Le château d'eau (2500m³) qui se trouve sur le site qui alimente notre zone d'étude.
- ✓ Les réseaux de distribution de la commune de Bab Ezzouar.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Et ce qui concerne la situation actuelle de la distribution d'eau potable dans la commune de Bordj El Kiffan Ouest, il est important d'examiner les ressources disponibles et les divers réservoirs de stockage. Suivant les informations obtenues auprès de SEAAL :

Les ressources existent :

La commune de Bordj El Kiffan Ouest est alimentée en eau à partir du champ du captage El Hamize et le forage de Boudouaou via le réservoir de stockage 2*10000 m³ de la commune de Bordj El Kiffan Ouest qui alimente à travers un refoulement issu de la station de pompage le château d'eau de distribution de Bordj El Kiffan Ouest.

Réseau de distribution :

Le réseau de distribution de Bordj El Kiffan Ouest est de type mixte, il est composé par des conduites en Fonte Ductile et PEHD. On trouve dans le réseau différents diamètres des conduites, du DN50 mm au DN400 mm.

Réservoirs de stockage :

Il existe deux réservoirs de 10000 m³ pour chacun.

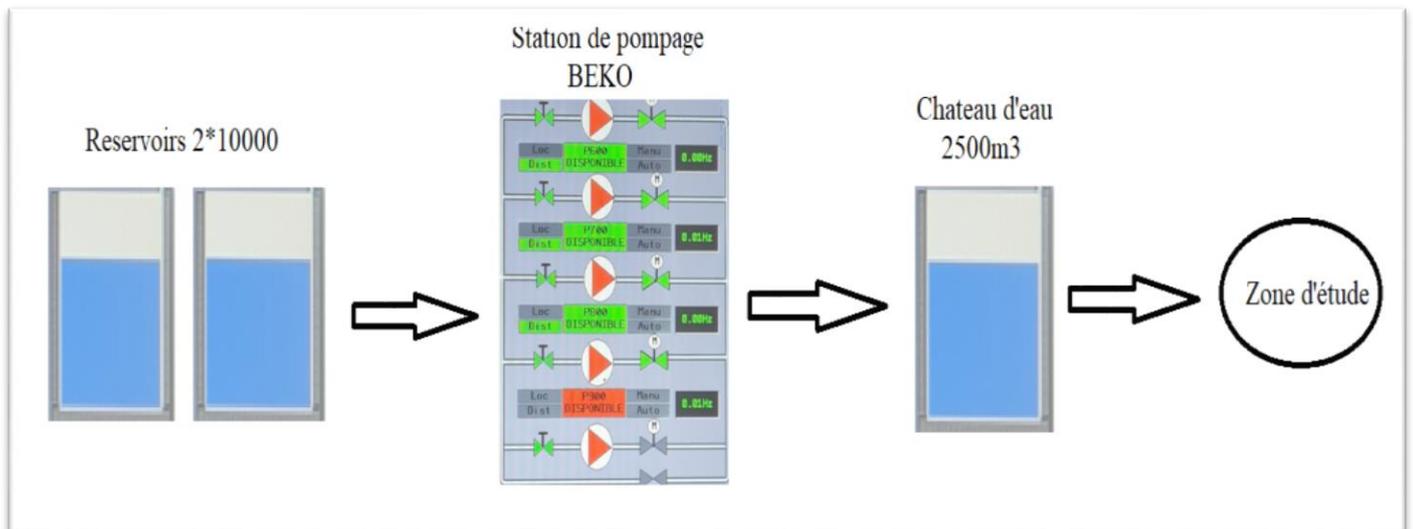


Figure I.6: Schéma d'alimentation de la zone d'étude

I.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit la commune de Bordj El Kiffan en mettant en lumière ses caractéristiques essentielles, notamment sa topographie, qui présente un relief globalement plat avec une inclinaison modérée, où les pentes varient entre 0 et 5 %. Nous avons également souligné son classement en zone sismique modéré à élevé, en raison de la proximité de failles actives. Ce contexte géologique influence directement la conception et la pérennité du réseau d'alimentation en eau potable (AEP). Grâce à ces éléments, nous pouvons également évaluer de manière plus précise les besoins en eau afin de pouvoir aborder les calculs hydrauliques dans les chapitres suivants.

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

Introduction

Afin de prévoir la capacité nécessaire du réseau d'approvisionnement en eau potable d'une agglomération, il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau des différents consommateurs de cette agglomération. La majorité de cette demande provient des consommateurs résidentiels. Ainsi, l'objectif de ce chapitre est d'évaluer la population future de la ville et de calculer les besoins en eau pour l'année 2054, en tenant compte des équipements locaux. De cette manière, nous assurons une prévision sur une période de 30 ans afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau à l'avenir.

II.1 Evaluation de la Population future

L'évaluation des besoins en eau aux différents horizons, sera faite sur la base de l'évolution de la population. Cette dernière sera calculée pour l'horizon 2054 avec un taux d'accroissement de 2,5% (SEAAAL Alger) à l'aide de la loi géométrique donnée par la relation suivante :

$$P_n = P_o (1 + T)^n \dots\dots\dots \text{II.1}$$

Avec :

P_n : population à l'horizon 2054.

P_o : population de l'année de référence.

T : taux d'accroissement de la population en %.

n : nombre d'années séparant les deux horizons.

Le dernier recensement de la population (2020) fait état de 73 432 habitants.

Tableau II.1 : Répartition de la population

Années	2020	Actuelle 2024	Long terme 2054
Population	73432	81056	170021

II.2 : Evaluation des débits

II.2.1 : Choix de la dotation

La dotation moyenne journalière est la quantité d'eau moyenne consommée par un habitant par jour.

Pour notre projet, le calcul des besoins domestiques futur de la commune de Bordj El Kiffan Ouest, la consommation journalière pour chaque habitant à différents horizons est donnée dans le tableau ci-dessous, ces dotations sont fournies par la direction de ressources en eau d'Alger (DRE).

Tableau II .2 : Répartition de la dotation

HORIZONS	POPULATION hab	DOTATION L/j/hab
2024	81056	150
2054	170021	150

II.2.2 : Catégories des besoins en eau

Pour évaluer la consommation journalière de l'agglomération, il est nécessaire de réaliser un bilan des besoins en eau potable. Ces besoins peuvent être classés en différentes catégories.

- Besoins domestiques.
- Besoins scolaires.
- Besoins sanitaires.
- Besoins administratifs.
- Besoins socioculturels

II.3 : Evaluation des besoins

II.3.1 : Besoins domestique actuel et future

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

$$Q_{moyj(domestique)} = \frac{Dot * N}{1000} \text{ (m3 /j)} \dots\dots\dots \text{II.2}$$

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière en (m3/j)

Dot : dotation moyenne en (litre/jours/habitants)

N : nombre d'habitants

Tableau II.3 : Besoins domestique

Année	2024	2054
Dotation	150	150
Qmoy/j(hab)	12158.4	25503.15

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.3.2 : Besoins équipements actuels

II.3.2.1 Besoins scolaires

Les besoins des différents équipements scolaires réunis sur la zone d'étude sont regroupés dans le tableau (II.4).

Tableau II.4 : Besoins scolaires actuels

Etablissement	Nombre	Effectifs total	Dotation l/j/élève	Débit (m ³ /j)
Primaire	20	12100	20	242
CEM	8	5600	20	112
Lycée	5	3750	20	75
			Total	429

(Source de la dotation : DRE Alger)

II.3.2.2 : Besoins administratifs

Les équipements administratifs des différentes localités examinées, leurs dotations respectives en eau potable et les débits journaliers correspondants sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau II.5 : Besoins administratifs actuels

Etablissement	Nombre	Effectifs	Dotation (l/j/unité)	Débit (m ³ /j)
APC	2	100	15	1,5
Gendarmerie	2	160	50	8
Siege des impôts	1	45	15	0,675
Poste police	3	105	50	5,25
Poste	3	75	15	1,125
			Total	16,55

(Source de la dotation : DRE Alger)

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.3.2.3 : Besoins socioculturelles et sportifs

Les installations socioculturelles et leurs exigences en eau sont affichées dans le tableau ci-dessous

Tableau II.6 : Besoins socioculturelles et sportifs actuels

Etablissement	Nombre	Effectifs	Dotation (l/j/unité)	Débit (m3/j)
Mosquée	10	8200	15	123
Ecole coranique	2	600	15	9
Bibliothèque	1	80	10	0,8
Salle de sport	3	120	50	6
Maison de jeunes	1	150	15	2,25
Stade	2	1800	6	10,8
Total				151,85

(Source de la dotation : DRE Alger)

II.3.2.4 : Besoins de santé

Les besoins des différents équipements de santé réunis sur la zone d'étude sont regroupés dans le Tableau (II.7).

Tableau II.7 : Besoins de santé actuel

Etablissement	Nombre	Effectifs	Dotation (l/j/unité)	Débit (m3/j)
Polyclinique	2	200	15	3
Cliniques privées	4	280	15	4,2
Total				7,2

(Source de la dotation : DRE Alger)

II.3.3 : Besoins équipements future

Nous allons effectuer une estimation en augmentant les besoins d'équipement de 20% pour déterminer les exigences en équipement pour la période ultérieure. Cette information est basée sur les données de l'A.P.C de B.E.K.

Le tableau dessous récapitule les besoins en équipements actuel et future :

Tableau II.8 : Besoins équipements actuel et futur

Années	2024	2054
Débits (m3/j)	604,6	725,52

II.3.4 : Récapitulatif des besoins actuels et futures

Dans le tableau (II.9), nous récapitulons les différentes demandes en eau pour les deux horizons temporels.

Tableau II.9 : Récapitulatif des besoins actuels et futures

Catégories	Années	
	actuel 2024	future 2054
Domestique (m3/j)	12158,4	25503,15
Scolaires (m3/j)	429	514,8
Administratifs (m3/j)	16,55	19,86
socioculturels (m3/j)	151,85	182,22
Santé (m3/j)	7,2	8,64
Total	12763	26228,67

II.4 : Variation de la consommation journalière

Durant la journée, la consommation d'eau n'est pas régulière, elle varie en présentant des maximums et des minimums. Ces variations sont caractérisées par des coefficients d'irrégularités K_{maxj} et K_{minj} .

II.4.1 : Consommation maximal journalière

Ce débit correspond à la consommation d'eau la plus élevée enregistrée au cours de la journée la plus sollicitée de l'année, et il est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Q_{maxj} = Q_{moyj} * k_{maxj} \text{ (m3/j)} \dots \text{II.3}$$

Avec :

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière

k_{maxj} : Coefficients d'irrégularité maximal journalière , k_{maxj} varie entre [1,1 :1,3]

Dans notre étude nous prenons $k_{maxj} = 1.2$

II.4.2 : Consommation minimal journalière

Ce débit correspond à la consommation d'eau plus basse enregistrée au cours de la journée la plus sollicitée de l'année, et il est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Q_{minj} = Q_{moyj} * k_{minj} \text{ (m3/j)} \dots \text{II.4}$$

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Avec :

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière

k_{minj} : Coefficients d'irrégularité maximal journalière , k_{minj} varie entre [0,7 :0,9]

Dans notre étude nous prenons $k_{minj} = 0,8$

Tableau II.10 : Récapitulative du Q_{maxj} , Q_{minj} , Q_{moyj}

Années	Qmoyj (m3/j)	Kmax,j	Qmaxj (m3/j)	Kmin,j	Qminj (m3/j)
2024	12763	1,2	15315,6	0,8	10210,4
2054	26228,67		31474,40		20982,93

II.5 : Variation de la consommation horaire

II.5.1 : Consommation moyenne horaire

Le débit moyen horaire représente la quantité d'eau moyenne consommée par heure au sein d'un système donné. Se calcule en divisant la consommation max journalière sur une période d'une heure par le nombre d'heures du jour (24 heures).

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{maxj}}{24} \text{ (m3/h)} \dots\dots II.5$$

Avec :

Q_{moyh} : Débit moyen horaire en m3/h

Q_{maxj} : Débit maximal journalier en m3/j

Tableau II.11 : Consommation moyenne horaire

Années	2024	2054
Qmoy/h (m3/h)	638,15	1311,43

II.5.2 : Consommation maximale horaire

C'est le débit correspondant à la consommation maximale de l'heure la plus chargée pendant la journée, il est donné par la formule suivante :

$$Q_{maxh} = K_{maxh} * Q_{moyh} \text{ (m3/h)} \dots\dots II.6$$

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Avec :

K_{maxh} : coefficient d'irrégularité de la consommation horaire maximale et il est déterminé par la formule suivante :

$$K_{maxh} = \alpha_{max} * \beta_{max} \dots \dots \text{II.7}$$

Avec :

- α_{max} : coefficient qui dépend des habitudes de la population et le niveau de développement, il varie de [1,2 à 1,4]

On prend $\alpha_{max} = 1,3$

- β_{max} : coefficient qui dépend de l'accroissement de la population, il est donné par le tableau suivant :

Tableau II. 12 : Variation du coefficient β_{max}

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000	300000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,13	1,1	1,03

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

Années	α_{max}	β_{max}	K_{maxh}	Q_{maxh} (m3/h)
2024	1,3	1,11	1,443	920,85
2054	1,3	1,07	1,391	1824,20

II.5.3 : Consommation minimal horaire

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

$$Q_{minh} = K_{minh} * Q_{moyh} \text{ (m3/h)} \dots \dots \text{II.8}$$

Avec :

K_{minh} : coefficient d'irrégularité de la consommation horaire minimum et il est déterminé par la formule suivante :

$$K_{minh} = \alpha_{min} * \beta_{min} \dots \dots \text{II.9}$$

Avec :

- α_{min} : coefficient qui dépend des habitudes de la population et le niveau de développement, il varie de [0,4 à 0,6]

On prend $\alpha_{min} = 0,5$

- β_{min} : coefficient qui dépend de l'accroissement de la population, il est donné par le tableau suivant :

Tableau II. 14 : Variation du coefficient β_{min}

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000	300000
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,63	0,7	0,83

Tableau II.15 : Variation de la consommation horaire minimale.

Années	α_{min}	β_{min}	K_{minh}	Q_{minh} (m3/h)
2024	0,5	0,67	0,335	213,780
2054	0,5	0,74	0,370	485,230

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

La consommation d'une agglomération varie d'une heure à l'autre en fonction du nombre d'habitants. On montre l'évolution de la consommation horaire durant la journée dans le tableau ci-dessous :

$$Q_{h,i} = \frac{Q_{maxj} * C_h}{100} \dots \dots \text{II.10}$$

Avec :

$Q_{h,i}$: Débit horaire nécessaire. (m3/h)

C_h : Pourcentage horaire

Q_{maxj} : Débit maximal journalier (m3/j)

II.6.1 : Régime consommation horaire actuel 2024

La variation de consommation horaire de l'horizon 2024 est représentée dans le tableau ci-dessous :

Pour l'année 2024 nous intéressons à la tranche de population comprise entre 50000 et 100 000 habitants. (**Voir annexe II.1**)

Tableau II.16 : Consommation horaire à l'horizon 2024

Heures(h)	Habitant	Consommation (m3/h)	Cumul	
	De 50000 à 100000		%	Consommation
0_1	3	459,46	3	459,46
1_2	3,2	490,09	6,2	949,56
2_3	2,5	382,89	8,7	1332,45

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

3_4	2,6	398,20	11,3	1730,66
4_5	3,5	536,04	14,8	2266,70
5_6	4,1	627,93	18,9	2894,64
6_7	4,5	689,20	23,4	3583,85
7_8	4,9	750,46	28,3	4334,31
8_9	4,9	750,46	33,2	5084,77
9_10	5,6	857,67	38,8	5942,45
10_11	4,8	735,14	43,6	6677,60
11_12	4,7	719,83	48,3	7397,43
12_13	4,4	673,88	52,7	8071,32
13_14	4,1	627,93	56,8	8699,26
14_15	4,2	643,25	61	9342,51
15_16	4,4	673,88	65,4	10016,40
16_17	4,3	658,57	69,7	10674,97
17_18	4,1	627,93	73,8	11302,91
18_19	4,5	689,20	78,3	11992,11
19_20	4,5	689,20	82,8	12681,31
20_21	4,5	689,20	87,3	13370,51
21_22	4,8	735,14	92,1	14105,66
22_23	4,6	704,51	96,7	14810,18
23_24	3,3	505,41	100	15315,6

Selon les données du tableau ci-dessus, il est notable que les moments de la journée où la consommation est la plus élevée se situent entre 9 heures du matin à 16h, avec un débit horaire maximal estimé à 857,673 mètres cubes par heure, tandis que la consommation minimale est estimée à 382,89 mètres cubes par heure entre 23 heures et 3 heures du matin.

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

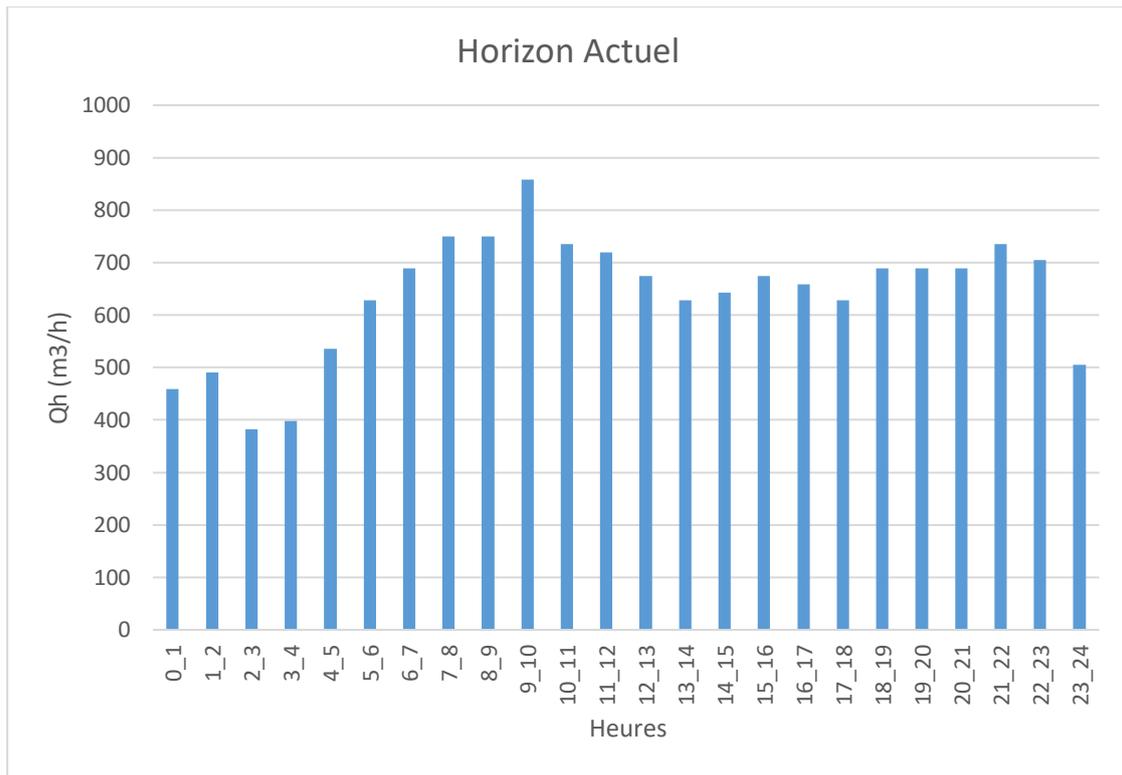


Figure II.1 : Régime de la consommation horaire (2024).

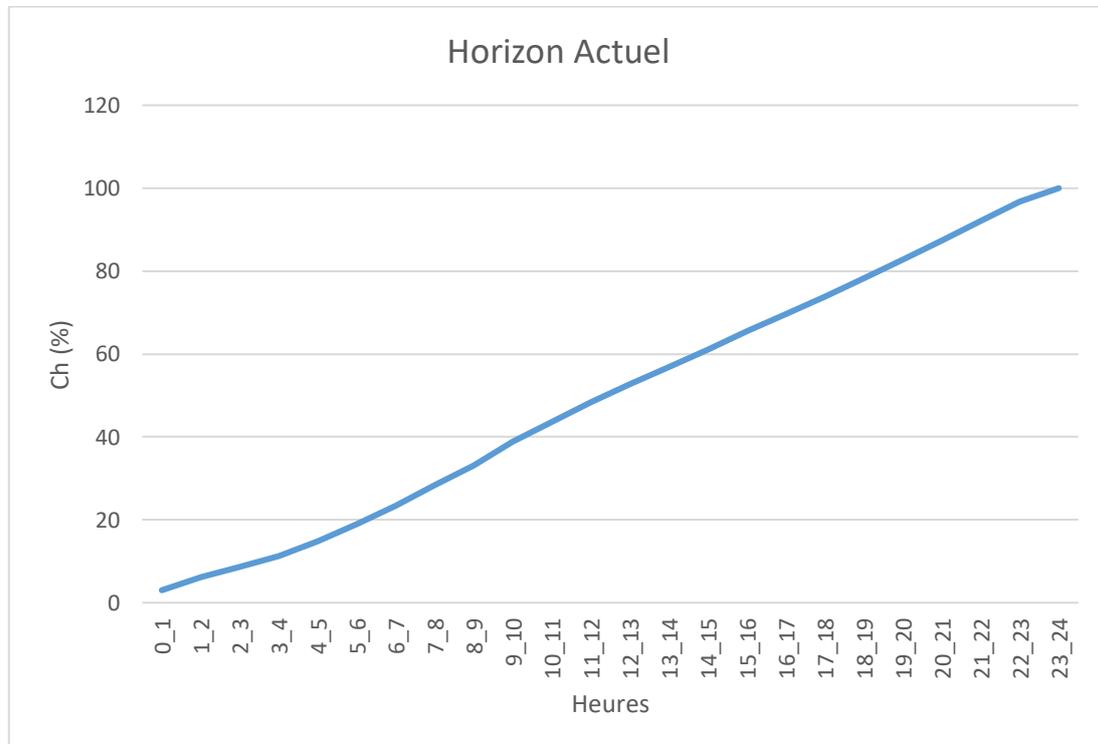


Figure II.2 : Courbe de consommation cumulée (2024).

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

II.6.2 : Régime consommation horaire à l'horizon 2054

La variation de consommation horaire de l'horizon 2054 est représentée dans le tableau ci-dessous :

Pour l'année 2054 nous intéressons à la tranche de population comprise plus de 100000 habitants. (Voir annexe II.1)

Tableau II.17 : Consommation horaire à l'horizon 2054

Heures(h)	Habitant	Consommation (m3/h)	Cumul	
	plus de 100000		%	Consommation
0_1	3,35	1054,39	3,35	1054,39
1_2	3,25	1022,91	6,6	2077,31
2_3	3,3	1038,65	9,9	3115,96
3_4	3,2	1007,18	13,1	4123,14
4_5	3,25	1022,91	16,35	5146,06
5_6	3,4	1070,12	19,75	6216,19
6_7	3,85	1211,76	23,6	7427,95
7_8	4,45	1400,61	28,05	8828,57
8_9	5,2	1636,66	33,25	10465,23
9_10	5,05	1589,45	38,3	12054,69
10_11	4,85	1526,50	43,15	13581,20
11_12	4,6	1447,82	47,75	15029,02
12_13	4,6	1447,82	52,35	16476,85
13_14	4,55	1432,08	56,9	17908,93
14_15	4,75	1495,03	61,65	19403,97
15_16	4,7	1479,29	66,35	20883,26
16_17	4,65	1463,55	71	22346,82
17_18	4,35	1369,13	75,35	23715,96
18_19	4,4	1384,87	79,75	25100,83
19_20	4,3	1353,39	84,05	26454,23
20_21	4,3	1353,39	88,35	27807,63
21_22	4,2	1321,92	92,55	29129,56
22_23	3,75	1180,29	96,3	30309,85
23_24	3,7	1164,55	100	31474,40

Selon les données du tableau ci-dessus, il est notable que les moments de la journée où la consommation est la plus élevée se situent entre 8 heures du matin à 15h, avec un débit horaire maximal estimé à 1636,66 mètres cubes par heure, tandis que la consommation minimale est estimée à 1007,18 mètres cubes par heure entre 23 heures et 4 heures du matin.

CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

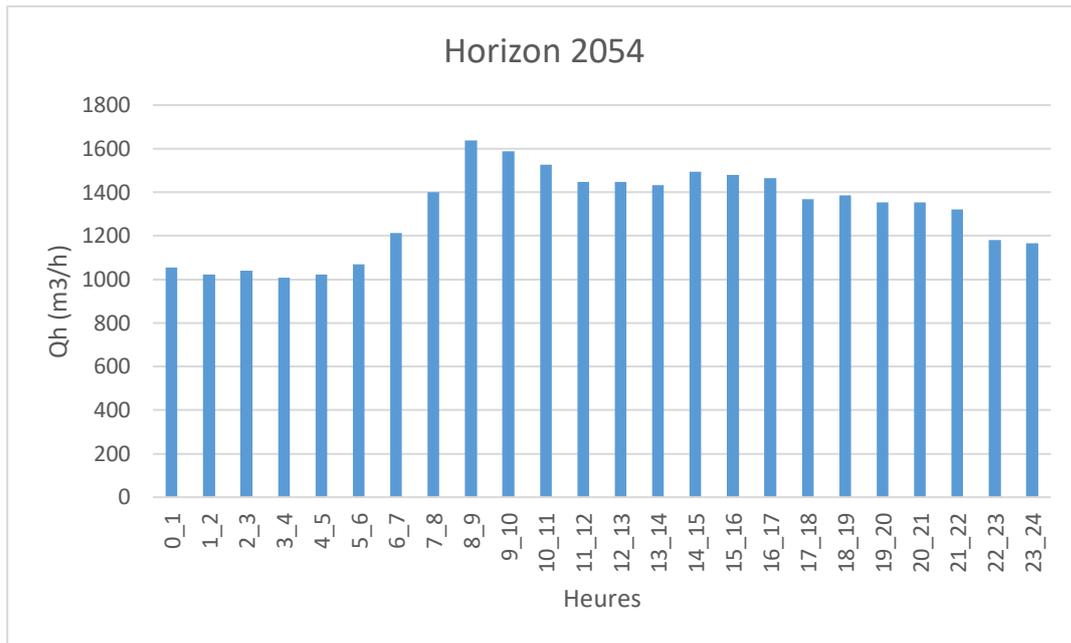


Figure II.3 : Régime de la consommation horaire (2054).

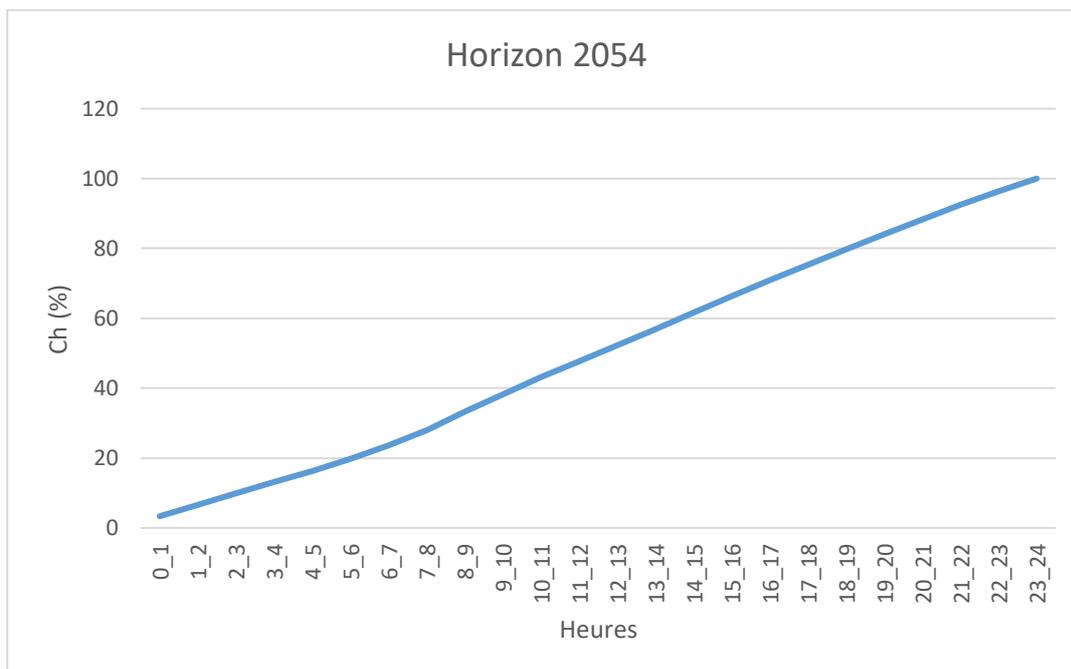


Figure II.4 : Courbe de consommation cumulée (2054).

II.7 Bilan ressources / besoin

Nous avons préalablement effectué calcul des besoins en eau, ce qui nous a conduit à l'identification des débits maximums journaliers pour les différents horizons de calcul. Ainsi, nous sommes en mesure de procéder à une brève évaluation de la capacité répondre à ces besoins.

l'alimentation en eau potable de notre zone d'étude et la commune de Bab Ezzouar se fait à partir de château d'eau (2500 m³) , donc on doit calculer les besoins de cette commune .

II.7.1 : Estimation des besoins en eau de la commune de Bab Ezzouar

Les besoins actuels en eau potable de la commune de Bab Ezzouar ont été estimés sur la base de la population et de la dotation qui est estimé à 150l/j/hab avec un taux d'accroissement 2%.

(Source : DRE Alger)

Tableau II.18 : Répartition de la population

Années	2008	Actuelle 2024	Long terme 2054
Population	56 597	77 696	140 736

(Source : APC de Bab Ezzouar)

II.7.1.1 : Besoins domestique

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

$$Q_{moyj(domestique)} = \frac{Dot * N}{1000} \text{ (m}^3 \text{ /j)} \dots \text{II.11}$$

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière en (m³/j)

Dot : dotation moyenne en (litre/jours/habitants)

N : nombre d'habitants

Tableau II.19 : Besoins domestique

Année	2024	2054
Dotation	150	150
Qmoy m ³ /j (hab)	11654.4	21110.4

II.7.1.2 : Besoins des équipements

Le débit moyen journalier nécessaire aux équipements existants dans le périmètre d'étude sera calculé en prenant une majoration au débit moyen domestique de 20%. (Source : DRE Alger)

$$Q_{\text{moyequip}} = 0.2 * Q_{\text{moypop}} \left(\frac{m^3}{j}\right) \dots\dots \text{II.12}$$

$$Q_{\text{moy total}} = Q_{\text{moy pop}} + Q_{\text{moy equip}} \text{ (m3/j)} \dots\dots \text{II.13}$$

Tableau II.20 : Besoins des équipements

Horizon	2024	2054
Qmoy equip	2330.88	4222.08
Qmoy total	13985.28	25332.48

II.7.1.3 : Débit maximum journalier

Le débit maximum journalier est estimé en majorant le débit moyen journalier par Le coefficient Kmaxj

$$Q_{\text{maxj}} = Q_{\text{moyj}} * k_{\text{maxj}} \text{ (m3/j)} \dots\dots \text{II.14}$$

Avec :

Q_{moyj} : Consommation moyenne journalière

k_{maxj} : Coefficients d'irrégularité maximal journalière , k_{maxj} varie entre [1,1 :1,3]

Dans notre étude nous prenons $k_{\text{maxj}} = 1.2$

Tableau II.21 : Débit maximum journalier

Années	Qmoyj (m3/j)	Kmax,j	Qmaxj (m3/j)
2024	13985.28	1,2	16782.33
2054	25332.48		30398.976

II.7.1.4 : Le bilan

Tableau II.22 : Balance ressources/besoin

Horizon	Actuel 2024	Futur 2054
Qmaxj (m ³ /j)	32097.93	61873.38
Qmaxj (l/s)	371.503	716.127
Resource (l/s)	489	489
Bilan (l/s)	+117.497	-277.127

D'après le tableau ci-dessus, nous concluons que :

Les ressources en eau existantes peuvent satisfaire les besoins en eau actuels mais pas ceux de l'horizon d'étude (2054). Il est donc nécessaire de rechercher de nouvelles sources d'eau supplémentaires.

II.7 : Conclusion

L'estimation des besoins en eau potable de la zone d'étude nous a permis de déterminer les différents débits ainsi que leurs variations. Ces débits constituent des points de référence essentiels pour diagnostic et le dimensionnement du réseau d'AEP de la zone d'étude.

Nous avons observé que la période de pointe s'étend de 08 h à 09 h, avec un débit maximal de 1636,66 m³/h et un débit minimal de 1007,18 m³/h. Le débit de pointe est donc un indicateur clé pour le diagnostic et le dimensionnement du réseau permettant de garantir une distribution optimale de l'eau en fonction des besoins réels.

Concernant les ressources disponibles, il apparaît qu'elles ne sont plus suffisantes pour répondre aux besoins actuels de l'agglomération. Un déficit de 277 l/s pour l'année 2054. Ce constat met en lumière l'urgence de trouver de nouvelles ressources d'eau afin de sécuriser l'approvisionnement en eau potable pour les prochains horizons.

Chapitre III : Les réservoirs de stockage

Introduction

Le réservoir d'approvisionnement en eau, potable joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du système de distribution, servant de liaison indispensable entre la source d'eau traitée et les consommateurs, notamment dans les systèmes de réservoirs en amont. Dans la suite de cette analyse, nous allons examiner la situation des réservoirs existants dans notre agglomération et évaluer leur capacité à garantir un approvisionnement en eau adéquat pour les besoins futurs jusqu'à l'horizon 2053.

III.1 : Rôles des réservoirs

Les réservoirs remplissent diverses fonctions essentielles au sein d'un système d'approvisionnement en eau potable, parmi lesquelles les rôles principaux sont les suivants : [1]

- ✓ Régularité dans le fonctionnement du pompage, contrairement au cas d'injection directe dans le réseau d'où simplification de l'exploitation.
- ✓ Sollicitation régulière des points d'eau, qui ne subiront pas les variations journalières et préservation des ouvrages et des nappes ou des gisements aquifères.
- ✓ Emmagasinement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution pendant les heures où la consommation devient importante.
- ✓ Continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.
- ✓ Régularité de la pression dans le réseau de distribution.
- ✓ Disponibilité de la réserve d'incendie.
- ✓ Briser la charge dans le cas d'une distribution étagée.
- ✓ Jouer le rôle de relai

III.2 : Emplacement des réservoirs

Le choix de l'emplacement du réservoir constitue souvent un défi complexe à résoudre. Cette fin, il est judicieux de prendre en considération les directives suivantes : [2]

- Dans un souci d'efficacité des coûts d'exploitation, il est préférable de positionner notre réservoir à un niveau inférieur par rapport à la prise d'eau de la source, afin de permettre un remplissage gravitaire.
- Il est essentiel que l'alimentation du réseau de distribution se fasse de manière gravitaire, ce qui implique que le réservoir doit être construit à un niveau supérieur par rapport au point le plus élevé de l'agglomération concernée.

CHAPITRE III : LES RESERVOIRS DE STOCKAGE

- En cas de présence de plusieurs réservoirs, il est judicieux de les placer soit aux extrémités du réseau, soit à proximité d'un centre de consommation important.

III.3 : Types des réservoirs

Plusieurs critères de classification des réservoirs sont utilisés, chacun comportant plusieurs types, que nous énumérons ci-dessous : [2]

III.3.1 : D'après la nature des matériaux, on distingue

- Les réservoirs métalliques,
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint.

III.3.2 : D'après la situation des lieux, ils peuvent être

- Enterrés,
- Semi-enterrés,
- Surélevés, sur tour

III.3.3 : D'après des considérations esthétiques, ils peuvent :

- Soit affirmer les fonctions de l'ouvrage,
- Soit s'intégrer au paysage.

III.4 : Equipements des réservoirs d'alimentation

Un réservoir unique ou compartimenté doit être pourvu des éléments suivants [1] :

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

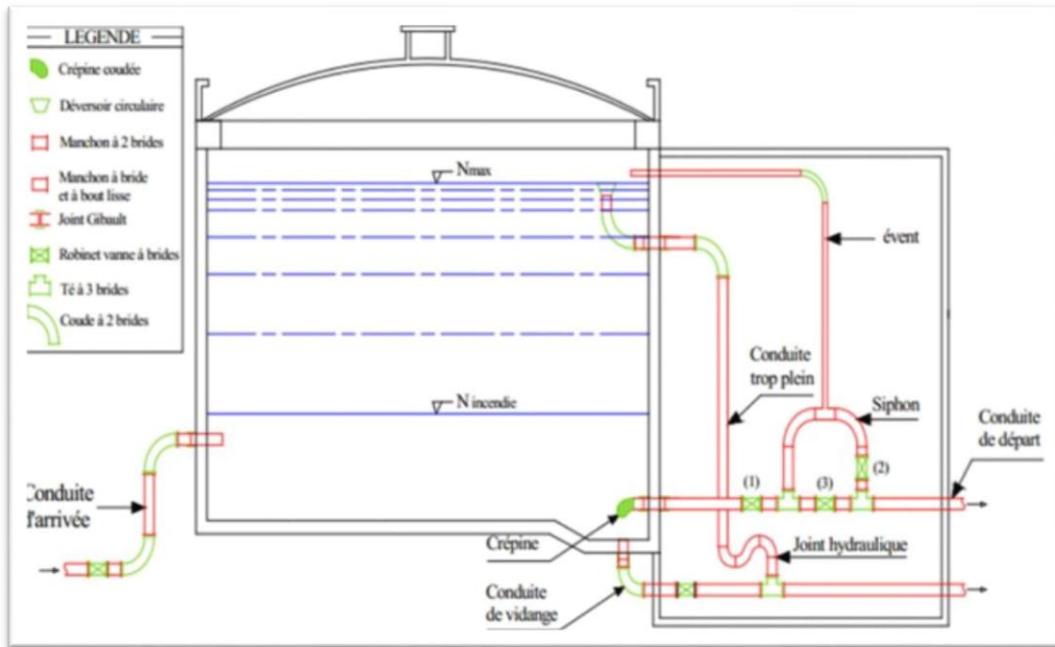


Figure III.1 : Schéma synoptique d'une installation d'un réservoir

III.4.1 Conduite d'arrivée :

De préférence en siphon noyé ou par le bas toujours à l'opposé de la conduite de départ pour provoquer le brassage. Cette arrivée permet le renouvellement de l'eau. [1]

III.4.2 Conduite de départ :

Cette conduite est placée à l'opposé de la conduite d'arrivée à 15 ou 20cm au-dessus du radier pour éviter l'entrée des matières en suspension. L'extrémité est munie d'une crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite). Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse. [1]

III.4.3 Conduite de trop plein :

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir en cas où une pompe ne s'arrête pas. Si le réservoir est compartimenté chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein. [1]

III.4.4 Conduite de vidange :

Elle permet la vidange du réservoir en cas de nettoyage ou de réparation. Elle est munie d'un robinet vanne et se raccorde généralement à la conduite de trop-plein. Le robinet vanne doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter les dépôts de sable. [1]

III.4.5 Conduite by-pass :

Relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ dans le cas d'un réservoir. Utile pour maintenir l'alimentation du réseau quand le réservoir est isolé pour son entretien. [1]

III.4.6 : Matérialisation de la réserve d'incendie :

C'est une disposition spéciale de la tuyauterie qui permet d'interrompre l'écoulement, une fois le niveau de la réserve d'incendie est atteint. On distingue le système à deux prises et le système à siphon [1]

III.4.6.1 : Système à siphon :

Ce système à l'avantage de renouveler constamment la réserve d'incendie. Quand le niveau atteint son minimum, le siphon se désamorce avec (a) et (c) ouverts. (c) et (b) sont responsables de la réserve d'incendie.

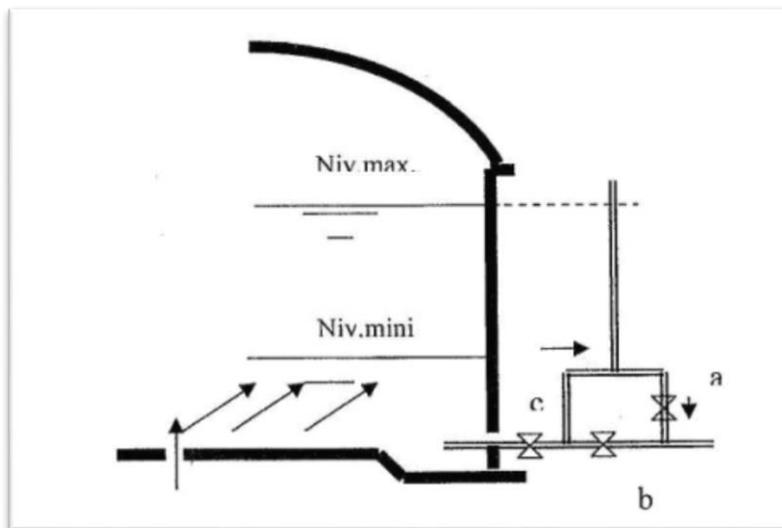


Figure III.2 : Système d'incendie à siphon

(Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, Mr SALAH.B ,2014)

III.4.6.2 : Système à deux prises :

Rarement utilisé du fait de l'existence d'une tranche d'eau morte : la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.

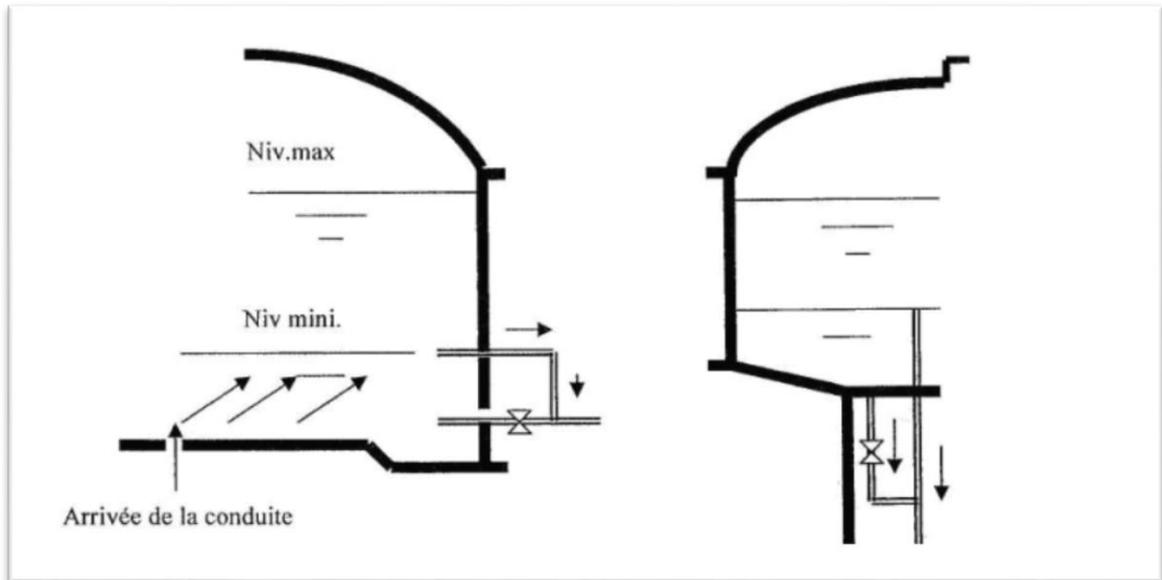


Figure III.3 : Système d'incendie à deux prises

(Source : Alimentation en eau potable des agglomérations, Mr SALAH.B ,2014)

III.5 : Calcul du volume du réservoir

Afin d'évaluer la capacité de stockage nécessaire à notre consommation, il est indispensable de considérer deux facteurs essentiels. Le premier concerne le schéma de consommation quotidienne de notre agglomération, tandis que le deuxième concerne le schéma d'approvisionnement du réservoir, en l'occurrence un refoulement sur une période de 24 heures sur 24.

Il existe deux méthodes pour calculer le volume d'un réservoir : méthode analytique et méthode graphique.

III.5.1 : La méthode analytique

La méthode analytique consiste à calculer, pour chaque heure de la journée, le résidu dans le réservoir. Ainsi, il s'agit de déterminer le maximum du résidu entre le régime d'alimentation et le régime de consommation.

Le volume de regulation est donné par la formule suivante:

$$V_r = \frac{\alpha \cdot Q_{\max j}}{100} (m^3) \dots\dots III.1$$

Avec:

V_r : capacité résiduelle (m^3).

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

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

CHAPITRE III : LES RESERVOIRS DE STOCKAGE

Détermination du résidu maximum dans les réservoirs :

1. Répartition de 24 heures de pompage :
 - On répartit l'alimentation sur 24 heures.
2. Calcul de la différence entre apport et consommation :
 - Pour chaque heure, on calcule la différence entre l'apport et la consommation, indiquant un surplus ou un déficit.
3. Détermination du résidu horaire :
 - On calcule le résidu dans le réservoir pour chaque heure.
 - La valeur maximale de ces résidus représente le pourcentage du volume de stockage nécessaire.

Tel que
$$a = |R^{+max}| + |R^{-max}| \text{ (%).....III.2}$$

Avec:

R^{+max} : Résidu maximum positif (%) ;

R^{-max} : Résidu maximum négatif (%).

Le volume total du réservoir sera calculé en tenant compte de la réserve d'incendie:

$$V_{Total} = V_{residuel} + V_{incendie} \text{ (m}^3\text{).....III.3}$$

Avec :

V_T : capacité totale du réservoir (m³).

V_{inc} : volume d'incendie estimé à 120 m³.

V_r : capacité résiduelle (m³)

III.5.2 : La méthode graphique

Cette méthode repose sur le traçage des courbes de la consommation journalière maximale et de l'apport de la station de pompage. En additionnant en valeur absolue les écarts entre les deux extrêmes de la courbe de consommation et celle de l'apport, on obtient le résidu journalier maximal, déterminé par :

$$R_{max} = |V+| + |V-| \text{ (%).....III.4}$$

Avec:

V⁻ : écart inférieur entre l'apport et la consommation

V⁺ : écart supérieur entre l'apport et la consommation.

Le volume de régulation V_r est calculé selon la formule suivante :

$$V_r = \frac{\alpha \cdot Q_{\max j}}{100} (m^3)$$

Dont le volume total sera : $V_{\text{Total}} = V_{\text{résiduel}} + V_{\text{incendie}}$

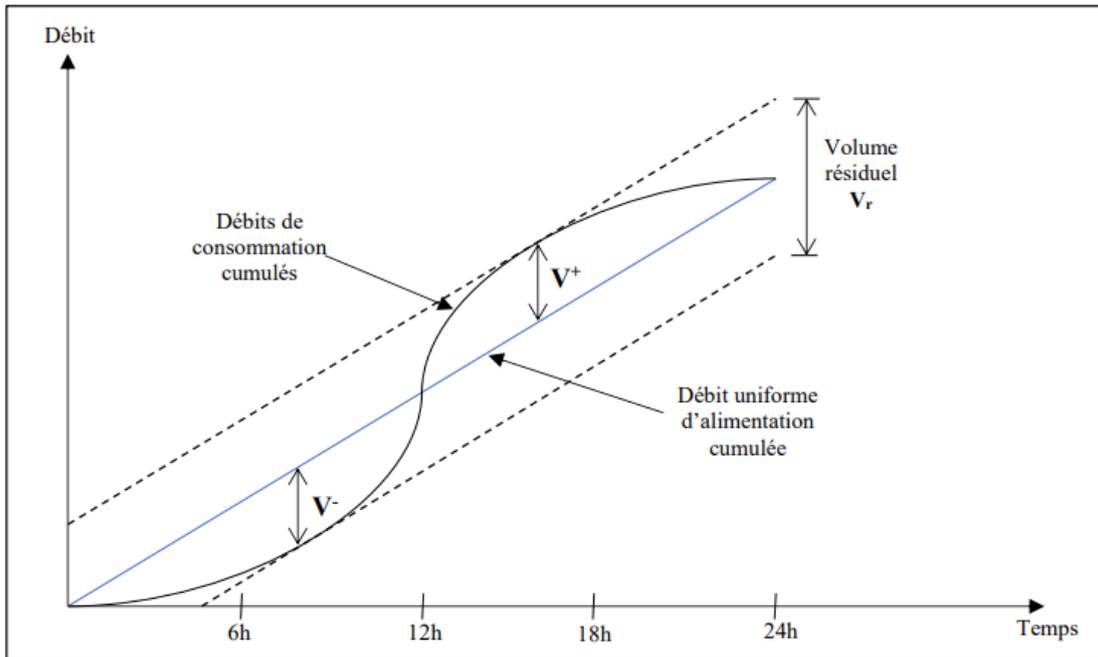


Figure III.4 : Schéma de la méthode graphique

Dans notre étude, nous avons choisi d'utiliser la méthode analytique.

III.5.3 : Principe de calcul

a) Volume total

Le calcul du volume global sera effectué à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{résiduel}} + V_{\text{incendie}} (m^3)$$

Avec :

V_T : capacité totale du réservoir (m³).

V_{inc} : volume d'incendie estimé à 120 m³.

V_r : capacité résiduelle (m³)

CHAPITRE III : LES RESERVOIRS DE STOCKAGE

b) Volume résiduel

Le volume résiduel est obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$V_r = \frac{\alpha * Q_{maxj}}{100} \quad (m^3)$$

Notre pompe fonctionne 24 heures $\frac{100\%}{24} = 4,166\%$

Tableau III.1 : Calcul du volume du réservoir nécessaire en 2054

Heures(h)	Habitant	Apport	Diff	Départ	Arrive	Résidu
	plus de 100000					
0_1	3,35	4,16	0,81		0,81	1,7
1_2	3,25	4,16	0,91		0,91	2,61
2_3	3,3	4,16	0,86		0,86	3,47
3_4	3,2	4,16	0,96		0,96	4,43
4_5	3,25	4,16	0,91		0,91	5,34
5_6	3,4	4,16	0,76		0,76	6,1
6_7	3,85	4,16	0,31		0,31	6,41
7_8	4,45	4,16	-0,29	0,29		6,12
8_9	5,2	4,17	-1,03	1,03		5,09
9_10	5,05	4,17	-0,88	0,88		4,21
10_11	4,85	4,17	-0,68	0,68		3,53
11_12	4,6	4,17	-0,43	0,43		3,1
12_13	4,6	4,17	-0,43	0,43		2,67
13_14	4,55	4,17	-0,38	0,38		2,29
14_15	4,75	4,17	-0,58	0,58		1,71
15_16	4,7	4,17	-0,53	0,53		1,18
16_17	4,65	4,17	-0,48	0,48		0,7
17_18	4,35	4,17	-0,18	0,18		0,52
18_19	4,4	4,17	-0,23	0,23		0,29
19_20	4,3	4,17	-0,13	0,13		0,16
20_21	4,3	4,17	-0,13	0,13		0,03
21_22	4,2	4,17	-0,03	0,03		0
22_23	3,75	4,17	0,42		0,42	0,42
23_24	3,7	4,17	0,47		0,47	0,89
Total	100	100	/			/

D'après le tableau III.1 on a :(Année 2024)

$$\alpha_{max} = 6,41\%$$

$$V_r = \frac{6,41 * 32097,93}{100} = 2057.47 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 2057.47 + 120 = 2177.47 \text{ m}^3 \approx 2500 \text{ m}^3$$

D'après le tableau III.1 on a : (Année 2054)

$$\alpha_{max} = 6,41\%$$

$$V_r = \frac{6,41 \times 61873,38}{100} = 3966,08 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 3966,08 + 120 = 4086,08 \text{ m}^3 \approx 4000 \text{ m}^3$$

III.6 : Bilan de stockage :

On a établi un bilan entre la capacité de stockage en eau potable disponible dans la commune de Bordj El Kiffan Ouest et Bab Ezzouar et celle du stockage nécessaire actuellement et à long terme, comme le montre le tableau récapitulatif (III.2)

Dans notre zone d'étude, le réservoir qui existe est :

-Château d'eau de capacité 2500 m³

Tableau III.2 : Bilan de stockage.

Horizons	2024	2054
Q _{max, j} (m ³ /j)	32097.93	61873.38
Capacité résiduelle (m ³)	2057.47	3966.08
Reserve d'incendie (m ³)	120	120
Capacité totale nécessaire (m ³)	2177.47	4086.08
Capacité disponible (m ³)	2500	2500
Surplus (m ³)	322.53	/
Déficit (m ³)	/	1586.08

La demande à l'horizon futur n'est pas assurée par le réservoir existant de capacité de 2500 m³ donc s'implique d'implanter un réservoir de capacité 1500 m³.

III.7 Dimensionnement du réservoir projeté :

La capacité du réservoir à projeter sera de 1500 m³. Ce qui concerne la forme des réservoirs de stockage, on opte pour la forme circulaire puisque nos volumes sont tous inférieur à 10000 m³. La hauteur de l'eau dans la cuve est comprise entre 3 et 6 m en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importante peuvent présenter des hauteurs d'eau comprise entre 7 et 10 m.

- **Le diamètre D de la cuve :**

On calcule le diamètre de la cuve moyennant par la formule

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V \cdot t}{\pi \cdot h}} \quad (\text{m})$$

CHAPITRE III : LES RESERVOIRS DE STOCKAGE

Avec : V_t = volume totale. (m^3)

h = la hauteur d'eau dans la cuve. On prend que $h = 6$ m

D : diamètre de la cuve (m)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1500}{\pi \cdot 6}} = 17.84 \text{ m} \quad , \text{ On prend : } D = 18 \text{ m}$$

- **Réévaluation de la hauteur d'eau (h) :**

$$h = \frac{4 \cdot V_t}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1500}{\pi \cdot (18)^2}$$

$$h = 5.89 \text{ m}$$

- **La section de la cuve :**

$$S = \frac{V_t}{h} \quad (m^2)$$

$$S = \frac{1500}{5.89} = 254.67 \text{ m}^2 \quad ,$$

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

Cette hauteur est calculée en divisant le volume de la réserve d'incendie (120 m^3) sur la surface de la cuve

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

$$h_{\text{inc}} = \frac{120}{254.67} = 0.5 \text{ m}$$

Avec : h_{inc} : hauteur d'incendie (m)

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

- **La hauteur totale du réservoir :**

$$H = h + h_{\text{inc}} + R$$

H = hauteur totale du réservoir (m)

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

R = revanche (m) on prend ($R = 0,5$)

$$H = 6 + 0.5 + 0,5 = 7 \text{ m}$$

III.7.1 Résumé des caractéristiques du réservoir projeté :

Le tableau (III.3) récapitule les différentes propriétés du réservoir projeté :

Tableau III.3 : caractéristiques du réservoir projeté

Réservoir	Type	Forme	Volume (m^3)	H (m)	H_{inc} (m)	S (m^2)	D (m)	Ht(m)
Projeté	Semi enterre	circulaire	1500	6	0.5	254.67	18	7

III.8 Diagnostic et réhabilitation des réservoirs existants

Après avoir réussi à sortir à l'endroit où se trouvait le château d'eau, nous avons constaté que :

- Le château d'eau est de type surélevé forme sphérique.
- Le château d'eau est réalisé en béton armé.
- Il y a assez d'espace pour réaliser d'autres réservoirs à côté de l'existant.
- Le château d'eau est couvert de couche de peinture de couleur blanche.
- La chambre des vannes a été rénovée



Figure III.4 : château d'eau et chambre des vannes

Tableau III.4 : caractéristiques du château d'eau existant

Château d'eau	Type	Matériau	Capacité (m3)	Cote CR (m)	Cote TP (m)	Zones d'alimentation
existant	surélevé	Béton armé	2500	67.5	71.5	Bordj El Kiffan Ouest et Bab Ezzouar

Observation

- Il n'y a pas des fissures ou des dommages visibles dans les ouvrages.
- Manque d'éclairage intérieur et extérieur.
- Pas d'aménagement autour de château d'eau.
- La conduite de refoulement en fonte ductile.
- Les chambres des vannes ne sont pas nettoyées périodiquement.

Recommandation

- Peinture en trois couches de toute la surface extérieure du château d'eau.
- Fourniture et pose de porte métallique.
- Fourniture et pose de fenêtre
- Protection des conduites.
- Entretien et nettoyage des ouvrages d'une façon régulière.
- Installation d'un garde-corps.

III.9 Entretien des réservoirs et hygiène :

L'hygiène et la sécurité sont des normes essentielles et obligatoires pour les réservoirs afin de protéger l'eau et prévenir toute pollution externe ainsi que d'éventuelles fissures. Par conséquent, les réservoirs doivent :

- Être munis d'une couverture pour protéger l'eau des variations de température et de l'introduction de corps étrangers ;
- Disposer d'un périmètre de protection pour empêcher l'accès des animaux et des personnes non autorisées (à l'exception du personnel) ;
- Être éclairés grâce à quelques ouvertures équipées de plaques de verre épaisses
- Être nettoyés au moins une fois par an ;
- Être équipés de robinets de puisage pour faciliter le contrôle de l'eau ;
- Être aérés par des orifices grillagés.

III.10 Conclusion :

En conclusion, nous pouvons dire que le rôle du réservoir est important dans la réalisation d'un réseau d'AEP (stockage et distribution). La prise en charge du volet sécurité est primordiale et nécessite des réflexions qui dépassent l'étude à l'utilisation finale pour se rendre compte de toutes les éventualités et éviter la défaillance.

Ce chapitre a pour but de vérifier la capacité de stockage du réservoir existant et s'il y a intérêt de projeter un autre réservoir ou non. Selon les calculs fait, on a trouvé que la capacité du stockage nécessaire pour 2054 est de 4086 m³ donc on peut dire que le stockage existant est insuffisant et ne va pas satisfaire les besoins en eau de notre zone à long terme. Pour cela on doit projeter un autre réservoir circulaire de type semi enterré d'une capacité de 1500m³.

Chapitre IV : Diagnostic du réseau d'AEP existant

Introduction

On ne peut aborder la conception d'un réseau d'AEP sans avoir mené et complété convenablement la liste des données existantes, nous étions dans l'obligation de procéder à plusieurs enquêtes sur le terrain. Cette phase étant fondamentale qui doit précéder l'étape de calcul et de modélisation hydraulique.

Cette étude nécessite l'élaboration d'un diagnostic physique et hydraulique pour dresser un état des lieux de la situation existante et rechercher les éventuelles fuites sur le réseau.

Le but de ce chapitre est la description et le diagnostic des éléments constitutifs de réseau d'alimentation en eau potable de notre zone d'étude et ce, afin d'identifier le dysfonctionnement du réseau.

IV.1 Objectifs

L'étude de diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable nous permet de juger deux aspects essentiels :

- L'aspect hydraulique : Une analyse des pressions et des vitesses de l'eau sera menée à divers points du réseau Cette démarche permettra de détecter d'éventuelles fluctuations de pression et de débit dans les canalisations, ce qui pourrait influencer la répartition uniforme de l'eau dans les différents quartiers.
- L'aspect physique : Une inspection approfondie sera réalisée pour évaluer l'état des canalisations et des équipements composant le réseau. Cette évaluation englobera la détection de fuites, la recherche de signes de corrosion, d'obstructions et de tout signe de dégradation susceptible de perturber le bon fonctionnement du réseau. L'identification de ces problèmes sera suivie de la planification des réparations ou des remplacements nécessaires pour assurer un approvisionnement en eau potable fiable et de qualité pour les habitants.

IV.2 Diagnostique de réseau de distribution

IV.2.1 Diagnostic physique

Le diagnostic physique implique la réalisation d'enquêtes sur le terrain afin d'évaluer l'état physique de divers points d'alimentation en eau, le réseau de distribution ainsi que toutes les composantes du système.

L'objectif principal de cette analyse était de dresser un bilan exhaustif de la situation actuelle du réseau de distribution dans la commune de Bordj El Kiffan Ouest, en mettant particulièrement l'accent sur l'état physique des canalisations.

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

IV.2.1.1 Analyse des canalisations

La commune de Bordj El Kiffan Ouest est dotée d'un système de distribution de type mixte, il s'étend sur 45842 m, composé de conduites de diamètres variés, allant de DN 50 A DN 400.

Pour le matériau des conduites on peut distinguer :

- ✓ L'ancien réseau réalisé en fonte ductile FD et qui couvre la grande partie de la ville.
- ✓ Le nouveau réseau en PEHD, c'est la nouvelle recommandation d'utilisation de ce matériau. Ce dernier est utilisé pour toutes les nouvelles extensions.
- ✓ Certains tronçons de conduites ont été réalisés en AMC et AG.
- ✓ Des conduites tertiaires (DN50,66 mm) ont été réalisées en acier galvanisé.

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

Diamètres	Longueur	FD	AMC	PEHD	AG	Longueur(%)
50	405	/	/	/	405	0,88
66	176	/	/	/	176	0,38
80	5574	327	/	4834	413	12,16
100	19515	19515	/	/	/	42,57
150	9564	8669	/	895	/	20,86
200	6216	4643	1573	/	/	13,56
300	2577	2577	/	/	/	5,62
400	1815	1815	/	/	/	3,96
Total	45842	37546	1573	5729	994	100%

Le récapitulatif est donner dans le tableau IV.2

Tableau IV.2 : Pourcentage de distribution des conduites sellons les types de matériaux

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
FD	37546	82
AMC	1573	3
PEHD	5729	13
AG	994	2
Total	45842	100%

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Le système de distribution d'eau de la commune de Bordj El Kiffan Ouest est principalement constitué des conduites de 100 mm de diamètre, s'étendant sur une distance totale de 46 kilomètres

IV.2.1.2 Analyse par type de matériaux de canalisations

Le réseau de distribution de Bordj El Kiffan Ouest est composé essentiellement de trois types de matériau : fonte ductile FD, amiante ciment AMC, acier galvanisé AG et PEHD.

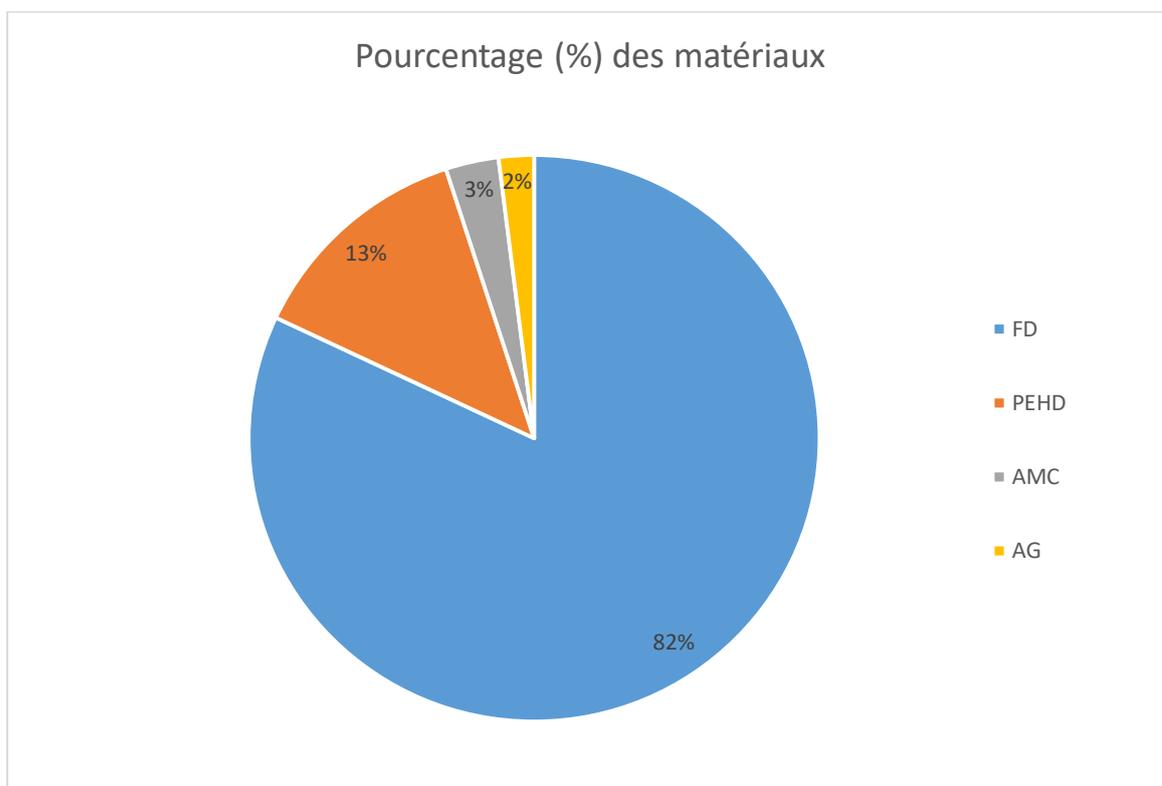


Figure IV.1 : Diagramme circulaire des répartitions des matériaux

Interprétations :

- Les tuyaux en FD représentent la majorité des conduites utilisés dans le réseau de distribution existant (environ 82%), et contrairement aux tuyaux en PEHD, ils sont plus sujets à la cassure par fissuration à cause de la contrainte exercée par les charges externes, cela est dû à leurs propriétés non élastique qui pourraient éventuellement provoquer des fuites s'ils ne sont pas installés correctement.
- Les tuyaux en PEHD sont peu utilisés dans le réseau (environ 13%), en termes de performances les tuyaux en PEHD ont des joints plus efficaces par rapport aux autres tuyaux.

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

- La présence de l'acier galvanisé n'est pas trop importante dans le réseau (2%) mais il n'est pas rare que les canalisations métalliques (comme celles en AG) soient le siège d'une corrosion à la suite de décisions erronées en matière d'utilisation ou d'entretien de l'installation

IV.2.1.3 Analyse par diamètre des conduites

La répartition des tronçons par diamètres des conduites dans le réseau existant est représentée dans la figure IV.2

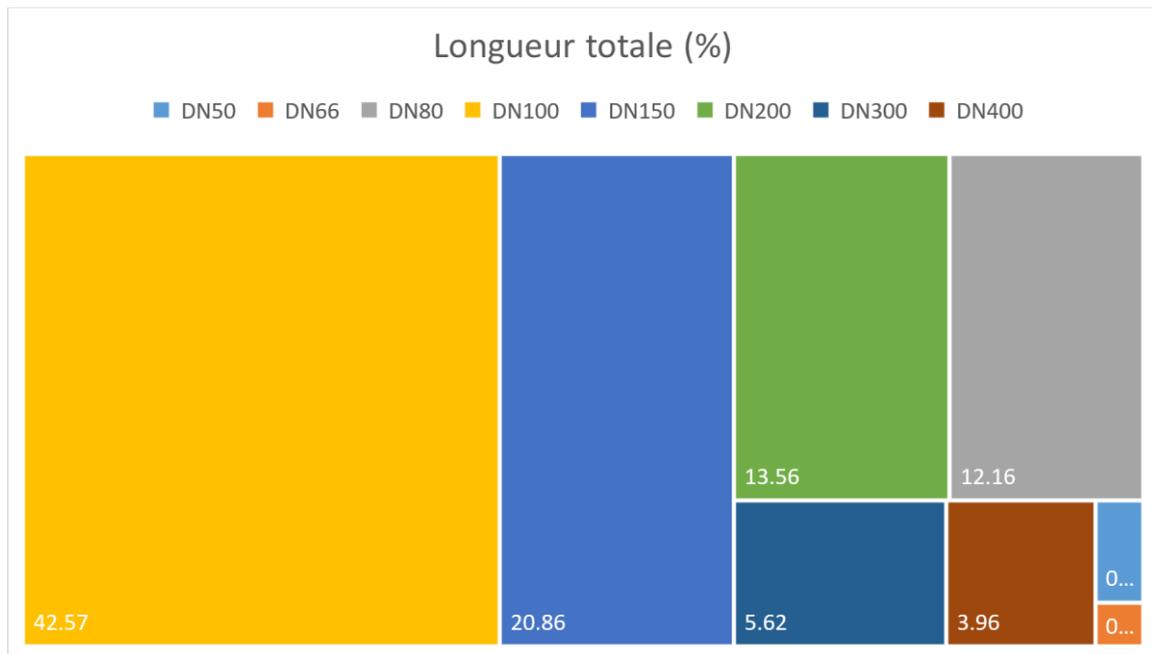


Figure IV.2 : Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau

Interprétation

A Travers le diagramme ci-dessus et qui montre la répartition des diamètres des conduites du réseau, nous constatons que :

- 42,57% de la longueur totale du réseau existant est constitué des tuyaux d'un diamètre de 100 mm, ainsi le diamètre 150 mm est présent par un pourcentage de 20,86%.

IV.2.1.4 : Etat physique des conduites

Interprétation

Après avoir examiné la zone d'étude et diagnostiqué l'état actuel du réseau AEP, nous avons résumé l'état de réseau dans les points suivants :

- Le réseau de distribution de l'aire d'étude est un réseau mixte maillé et ramifié.
- La plupart des conduites principales du réseau sont constituées en FONTE DUCTILE.
- Les conduites récemment rénové en PEHD ainsi que les conduites en cours de réalisation.
- Nous avons également remarqué une rénovation du branchement d'AEP dans plusieurs quartiers.
- Problèmes de fuites et de pressions, pour les conduites présentant des canalisations en fonte et ceux récemment réalisés et qui se trouvent en PEHD.

Recommandation

- Réhabilitation d'anciennes conduites de distribution avec des conduites en PEHD.
- Pour la maitrise de réseau il faut Séparer des zones de distribution par vannage
- Remplacement des conduites du matériau amiante ciment par un autre en PEHD.
- Réparation des branchements des conduites d'eau potable présentant des fuites.
- Prévoir une pose de canalisation d'eau potable adéquate par rapport aux autres conduites.
- Veillez à l'entretien des réseaux ainsi qu'aux ouvrages hydrauliques existant.

Les caractéristiques et l'état des conduites actuelles du réseau, en particulier en ce qui concerne les matériaux, l'ancienneté et les conditions d'exploitation, sont précisés dans le tableau en annexe (**Annexe IV.1**).

IV.2.1.5 Conclusion

Le but de notre étude est de décrire la situation actuelle du réseau d'AEP afin d'identifier différents problèmes et trouver les solutions techniques nécessaires.

Il faut noter qu'un bon entretien et une bonne gestion restent les meilleurs remèdes pour que tout réseau soit fonctionnel et plus durable.

IV.2.2 Diagnostic hydraulique

Le diagnostic hydraulique du réseau de distribution consiste à évaluer les paramètres suivants dans des situations critiques pour identifier et de localiser les insuffisances et les dysfonctionnements :

- ✓ Analyse des débits d'eau et des volumes nécessaires pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins prévus.
- ✓ Evaluation des pressions pour vérifier leur compatibilité avec les hauteurs des immeubles, tout en respectant les limites fixées entre 1 bar et 6 bars.
- ✓ Mesure des vitesses d'écoulement pour qu'elles se situent entre 0,3 m/s et 1,5 m/s.

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

IV.2.2.1 Présentation du logiciel Epanet

EPANET, un logiciel qui permet de simuler le comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux sous pression, il sert à l'analyse hydraulique des réseaux à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution, il permet de nous calculer :

- Le débit dans chaque tuyau ;
- La pression à chaque nœud ;
- Le niveau d'eau dans les réservoirs ;

Le fonctionnement de ce réseau est basé sur deux scénarios :

- 1) Le cas de fonctionnement en période de débit maximal ($Q_{max.h}$)
- 2) Le cas de fonctionnement en période de débit maximal incluant des conditions d'incendie ($Q_{max.h} + Q_{inc}$)

IV.2.2.2 Détermination des débits du réseau actuel (2024)

✚ Cas de pointe (2024)

❖ Débit en route

Le débit en route de chaque segment correspond au débit réparti de manière uniforme sur sa distance. Ce débit sera calculé par la relation suivante :

$$\sum Q_r = Q_{cons} - \sum Q_{conc} \quad (l/s) \dots \dots (IV.1)$$

Avec :

- Q_r : somme des débits route (l/s)
- Q_{cons} : débit consommé (l/s)
- Q_{conc} : somme des débits concentrés (l/s)

Dans notre réseau, on ne dispose pas de débit concentré : $\sum Q_{concentré} = 0$

Alors ; $Q_r = Q_{pointe}$

❖ **Débit spécifique**

Le débit spécifique c'est le rapport entre le débit en route et la somme des longueurs des tronçons ou il y a une distribution en route, nous pouvons calculer ce débit par la formule suivante :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_i} \quad (l/s/ml).....(IV.2)$$

Avec :

- q_{sp} : débit spécifique
- Q_r : débit en route (l/s)
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons qui assurant la distribution en route.

Qmaxh(l/s)	238,242
$\sum L$	45742
qsp	0,00520839

❖ **Débit aux nœuds**

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

$$Q_{ni} = 0,5 \sum Q_{ri} \quad (l/s).....(IV.3)$$

Avec :

- Q_{ni} : Débit au nœud.
- $\sum Q_r$: Somme des débits en route des tronçons reliant au nœud i.

Les résultats relatifs aux calculs des débits en route et aux nœuds pour le cas de pointe sont récapitulés dans le tableau (IV.3)

Tableau IV.3: Calculs de débits routes et nodaux (réseau existant l'horizon 2024)

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N1	1_14	134	0,70	0,35
N2	2_13	86	0,45	0,22
N3	3_12	101	0,53	0,26
N4	4_11	92	0,48	0,24
N5	5_10	83	0,43	0,22
N6	6_10	72	0,38	0,19
N7	7_11	102	0,53	0,27
N8	8_12	111	0,58	0,29
N9	9_13	180	0,94	0,47

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N10	10_5	83	0,43	0,48
	10_6	72	0,38	
	10_11	30	0,16	
N11	11_10	30	0,16	0,70
	11_4	92	0,48	
	11_12	44	0,23	
	11_7	102	0,53	
N12	12_11	44	0,23	0,76
	12_3	101	0,53	
	12_8	111	0,58	
	12_13	36	0,19	
N13	13_2	86	0,45	0,90
	13_12	36	0,19	
	13_9	180	0,94	
	13_14	42	0,22	
N14	14_1	134	0,70	0,85
	14_13	42	0,22	
	14_39	151	0,79	
N15	15_39	166	0,86	0,43
N16	16_40	218	1,14	0,57
N17	17_19	87	0,45	0,23
N18	18_19	131	0,68	0,34
N19	19_17	87	0,45	0,64
	19_18	131	0,68	
	19_32	29	0,15	
N20	20_25	69	0,36	0,18
N21	21_25	117	0,61	0,30
N22	22_26	116	0,60	0,30
N23	23_24	107	0,56	0,28
N24	24_23	107	0,56	0,46
	24_26	37	0,19	
	24_32	31	0,16	
N25	25_20	69	0,36	0,58
	25_21	117	0,61	
	25_26	37	0,19	
N26	26_22	116	0,60	0,49
	26_24	37	0,19	
	26_25	37	0,19	
N27	27_33	70	0,36	0,18
N28	28_34	87	0,45	0,23
N29	29_34	156	0,81	0,41
N30	30_35	86	0,45	0,22
N31	31_35	130	0,68	0,34
N32	32_19	29	0,15	0,41
	32_24	31	0,16	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

	32_33	98	0,51	
N33	33_32	98	0,51	0,50
	33_27	70	0,36	
	33_34	24	0,13	
N34	34_28	87	0,45	0,78
	34_29	156	0,81	
	34_33	24	0,13	
	34_35	34	0,18	
N35	35_30	86	0,45	0,75
	35_31	130	0,68	
	35_34	34	0,18	
	35_38	39	0,20	
N36	36_38	192	1,00	0,50
N37	37_38	128	0,67	0,33
N38	38_35	39	0,20	0,94
	38_36	192	1,00	
	38_37	128	0,67	
	38_40	3	0,02	
N39	39_14	151	0,79	1,33
	39_15	166	0,86	
	39_40	195	1,02	
N40	40_16	218	1,14	1,62
	40_38	3	0,02	
	40_39	195	1,02	
	40_230	206	1,07	
N41	41_47	151	0,79	0,39
N42	42_47	108	0,56	0,28
N43	43_48	121	0,63	0,32
N44	44_49	111	0,58	0,29
N45	45_50	48	0,25	0,13
N47	47_42	108	0,56	0,78
	47_41	151	0,79	
	47_48	42	0,22	
N48	48_43	121	0,63	0,53
	48_47	42	0,22	
	48_49	40	0,21	
N49	49_44	111	0,58	0,48
	49_48	40	0,21	
	49_50	35	0,18	
N50	50_45	48	0,25	0,61
	50_49	35	0,18	
	50_52	150	0,78	
N51	51_52	84	0,44	0,22
N52	52_50	150	0,78	0,85
	52_51	84	0,44	
	52_67	94	0,49	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N53	53_68	156	0,81	0,41
N54	54_61	75	0,39	0,20
N56	56_58	91	0,47	0,24
N57	57_58	62	0,32	0,16
N58	58_56	91	0,47	0,49
	58_57	62	0,32	
	58_60	34	0,18	
N59	59_60	72	0,38	0,19
N60	60_58	34	0,18	0,38
	60_59	72	0,38	
	60_61	40	0,21	
N61	61_54	75	0,39	0,50
	61_60	40	0,21	
	61_69	76	0,40	
N62	62_70	138	0,72	0,36
N63	63_71	171	0,89	0,45
N64	64_72	157	0,82	0,41
N65	65_73	136	0,71	0,35
N66	66_67	105	0,55	0,27
N67	67_52	94	0,49	0,92
	67_66	105	0,55	
	67_68	156	0,81	
N68	68_53	156	0,81	0,91
	68_67	156	0,81	
	68_69	38	0,20	
N69	69_61	76	0,40	0,32
	69_68	38	0,20	
	69_70	7	0,04	
N70	70_62	138	0,72	0,45
	70_69	7	0,04	
	70_71	26	0,14	
N71	71_63	171	0,89	0,58
	71_70	26	0,14	
	71_72	24	0,13	
N72	72_64	157	0,82	0,54
	72_71	24	0,13	
	72_73	28	0,15	
N73	73_65	136	0,71	0,49
	73_72	28	0,15	
	73_230	23	0,12	
N74	74_76	121	0,63	0,32
N75	75_76	151	0,79	0,39
N76	76_74	121	0,63	0,89
	76_75	151	0,79	
	76_227	3	0,02	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

	76_229	68	0,35	
Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N77	77_80	137	0,71	0,36
N78	78_80	287	1,49	0,75
N79	79_81	254	1,32	0,66
N80	80_77	137	0,71	1,87
	80_78	287	1,49	
	80_81	293	1,53	
N81	81_79	254	1,32	2,18
	81_80	293	1,53	
	81_84	290	1,51	
N82	82_84	200	1,04	0,52
N83	83_84	240	1,25	0,63
N84	84_81	290	1,51	2,77
	84_82	200	1,04	
	84_83	240	1,25	
	84_85	333	1,73	
N85	85_84	333	1,73	2,08
	85_87	382	1,99	
	85_223	82	0,43	
N86	86_87	333	1,73	0,87
N87	87_85	382	1,99	2,43
	87_86	333	1,73	
	87_118	219	1,14	
N88	88_136	1726	8,99	4,49
N89	89_148	330	1,72	0,86
N90	90_138	1821	9,48	4,74
N91	91_154	296	1,54	0,77
N92	92_111	454	2,36	2,05
	92_189	132	0,69	
	92_199	201	1,05	
N93	93_101	207	1,08	1,42
	93_147	120	0,63	
	93_199	219	1,14	
N94	94_119	273	1,42	0,71
N95	95_97	77	0,40	2,03
	95_155	180	0,94	
	95_200	524	2,73	
N96	96_117	356	1,85	1,56
	96_131	192	1,00	
	96_201	51	0,27	
N97	97_95	77	0,40	1,36
	97_98	210	1,09	
	97_198	236	1,23	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N98	98_97	210	1,09	1,00
	98_111	113	0,59	
	98_155	62	0,32	
N99	99_143	79	0,41	0,21
N100	100_144	60	0,31	0,16
N101	101_93	207	1,08	0,54
N102	102_140	76	0,40	0,20
N103	103_141	50	0,26	0,13
N104	104_134	74	0,39	0,19
N105	105_124	137	0,71	0,36
N106	106_139	66	0,34	0,17
N107	107_123	1171	6,10	4,78
	107_131	363	1,89	
	107_132	86	0,45	
	107_205	214	1,11	
N108	108_135	88	0,46	0,23
N109	109_148	559	2,91	1,46
N110	110_137	88	0,46	0,23
N111	111_92	454	2,36	1,99
	111_98	113	0,59	
	111_188	196	1,02	
N112	112_122	106	0,55	0,28
N113	113_145	97	0,51	0,25
N114	114_133	73	0,38	0,19
N115	115_117	438	2,28	3,40
	115_138	297	1,55	
	115_205	571	2,97	
N116	116_129	687	3,58	5,79
	116_123	28	0,15	
	116_205	1510	7,86	
N117	117_115	438	2,28	2,73
	117_96	356	1,85	
	117_132	254	1,32	
N118	118_150	177	0,92	2,35
	118_218	506	2,64	
	118_87	219	1,14	
N119	119_94	273	1,42	4,53
	119_132	1100	5,73	
	119_123	368	1,92	
N120	120_121	155	0,81	0,98
	120_152	39	0,20	
	120_210	181	0,94	
N121	121_120	155	0,81	1,79
	121_125	304	1,58	
	121_126	227	1,18	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N122	122_112	106	0,55	0,60
	122_145	98	0,51	
	122_135	28	0,15	
N123	123_107	1171	6,10	4,08
	123_116	28	0,15	
	123_119	368	1,92	
N124	124_105	137	0,71	0,88
	124_140	194	1,01	
	124_134	6	0,03	
N125	125_146	360	1,88	2,02
	125_130	110	0,57	
	125_121	304	1,58	
N126	126_121	227	1,18	3,53
	126_157	130	0,68	
	126_155	732	3,81	
	126_151	267	1,39	
N127	127_141	24	0,13	0,53
	127_146	166	0,86	
	127_144	15	0,08	
N128	128_148	41	0,21	1,46
	128_142	136	0,71	
	128_150	383	1,99	
N129	129_116	687	3,58	5,56
	129_236	68	0,35	
	129_149	1381	7,19	
N130	130_203	59	0,31	0,73
	130_151	111	0,58	
	130_125	110	0,57	
N131	131_96	192	1,00	2,27
	131_205	63	0,33	
	131_107	363	1,89	
	131_200	254	1,32	
N132	132_117	254	1,32	3,75
	132_107	86	0,45	
	132_119	1100	5,73	
N133	133_114	73	0,38	0,42
	133_139	47	0,24	
	133_143	41	0,21	
N134	134_104	74	0,39	0,25
	134_124	6	0,03	
	134_135	17	0,09	
N135	135_134	17	0,09	0,35
	135_108	88	0,46	
	135_122	28	0,15	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N136	136_88	1726	8,99	6,27
	136_233	170	0,89	
	136_151	513	2,67	
N137	137_140	21	0,11	0,32
	137_110	88	0,46	
	137_139	12	0,06	
N138	138_90	1821	9,48	5,87
	138_234	135	0,70	
	138_115	297	1,55	
N139	139_137	12	0,06	0,33
	139_106	66	0,34	
	139_133	47	0,24	
N140	140_124	194	1,01	0,76
	140_102	76	0,40	
	140_137	21	0,11	
N141	141_127	24	0,13	0,33
	141_103	50	0,26	
	141_143	51	0,27	
N142	142_128	136	0,71	1,20
	142_232	183	0,95	
	142_146	142	0,74	
N143	143_141	51	0,27	0,45
	143_133	41	0,21	
	143_99	79	0,41	
N144	144_127	15	0,08	0,20
	144_100	60	0,31	
	144_145	3	0,02	
N145	145_144	3	0,02	0,52
	145_133	97	0,51	
	145_122	98	0,51	
N146	146_142	142	0,74	1,74
	146_127	166	0,86	
	146_125	360	1,88	
N147	147_93	120	0,63	0,31
N148	148_89	330	1,72	2,42
	148_109	559	2,91	
	148_128	41	0,21	
N149	149_200	334	1,74	5,85
	149_206	530	2,76	
	149_129	1381	7,19	
N150	150_118	177	0,92	1,47
	150_128	383	1,99	
	150_156	3	0,02	
N151	151_130	111	0,58	2,32
	151_136	513	2,67	

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

	151_126	267	1,39	
N152	152_120	39	0,20	0,73
	152_207	142	0,74	
	152_208	101	0,53	
N153	153_154	46	0,24	1,53
	153_209	358	1,86	
	153_209	185	0,96	
N154	154_91	296	1,54	0,91
	154_153	46	0,24	
	154_156	6	0,03	
N155	155_95	180	0,94	4,12
	155_98	62	0,32	
	155_191	607	3,16	
	155_126	732	3,81	
N156	156_154	6	0,03	0,87
	156_150	3	0,02	
	156_210	324	1,69	
N157	157_162	139	0,72	1,46
	157_159	45	0,23	
	157_169	245	1,28	
	157_126	130	0,68	
N159	159_157	45	0,23	0,40
	159_162	96	0,50	
	159_160	11	0,06	
N160	160_159	11	0,06	0,36
	160_161	30	0,16	
	160_166	99	0,52	
N161	161_160	30	0,16	0,38
	161_163	93	0,48	
	161_164	21	0,11	
N162	162_157	139	0,72	0,71
	162_159	96	0,50	
	162_163	38	0,20	
N163	163_162	38	0,20	0,58
	163_161	93	0,48	
	163_178	90	0,47	
N164	164_161	21	0,11	0,40
	164_165	70	0,36	
	164_179	64	0,33	
N165	165_164	70	0,36	0,18
N166	166_168	79	0,41	0,66
	166_160	99	0,52	
	166_167	77	0,40	
N167	167_166	77	0,40	0,20
N168	168_166	79	0,41	0,21

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N169	169_157	245	1,28	1,07
	169_170	114	0,59	
	169_171	52	0,27	
N170	170_169	114	0,59	0,30
N171	171_169	52	0,27	0,48
	171_172	92	0,48	
	171_173	40	0,21	
N172	172_171	92	0,48	0,24
N173	173_171	40	0,21	0,41
	173_174	92	0,48	
	173_176	27	0,14	
N174	174_173	92	0,48	0,24
N175	175_176	35	0,18	0,09
N176	176_175	35	0,18	0,20
	176_177	15	0,08	
	176_173	27	0,14	
N177	177_176	15	0,08	0,04
N178	178_186	188	0,98	1,07
	178_163	90	0,47	
	178_180	88	0,46	
	178_184	43	0,22	
N179	179_164	64	0,33	0,17
N180	180_178	88	0,46	1,20
	180_181	184	0,96	
	180_182	190	0,99	
N181	181_180	184	0,96	0,48
N182	182_180	190	0,99	0,49
N183	183_184	13	0,07	0,03
N184	184_183	13	0,07	0,45
	184_185	88	0,46	
	184_178	73	0,38	
N185	185_184	88	0,46	0,23
N186	186_178	188	0,98	0,49
N187	187_198	611	3,18	1,59
N188	188_111	196	1,02	2,10
	188_189	363	1,89	
	188_191	247	1,29	
N189	189_190	122	0,64	1,61
	189_188	363	1,89	
	189_92	132	0,69	
N190	190_189	122	0,64	0,32
N191	191_196	267	1,39	2,92
	191_155	607	3,16	
	191_188	247	1,29	
N193	193_194	204	1,06	0,53

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N194	194_193	204	1,06	1,17
	194_195	122	0,64	
	194_196	124	0,65	
N195	195_194	122	0,64	0,32
N196	196_194	124	0,65	1,30
	196_197	108	0,56	
	196_191	267	1,39	
N197	197_196	108	0,56	0,28
N198	198_199	338	1,76	3,09
	198_97	236	1,23	
	198_187	611	3,18	
N199	199_198	338	1,76	1,97
	199_92	201	1,05	
	199_93	219	1,14	
N200	200_95	524	2,73	2,90
	200_131	254	1,32	
	200_149	334	1,74	
N201	201_96	51	0,27	0,13
N202	202_203	272	1,42	0,71
N203	203_202	272	1,42	2,05
	203_204	455	2,37	
	203_130	59	0,31	
N204	204_203	455	2,37	1,18
N205	205_116	1510	7,86	6,14
	205_115	571	2,97	
	205_107	214	1,11	
	205_131	63	0,33	
N206	206_149	530	2,76	1,38
N207	207_152	142	0,74	0,37
N208	208_152	101	0,53	0,26
N209	209_153	358	1,86	1,58
	209_153	185	0,96	
	209_235	65	0,34	
N210	210_156	324	1,69	1,58
	210_120	181	0,94	
	210_211	100	0,52	
N211	211_210	100	0,52	0,89
	211_212	193	1,01	
	211_213	49	0,26	
N212	212_211	193	1,01	0,50
N213	213_211	49	0,26	0,74
	213_214	191	0,99	
	213_215	44	0,23	
N214	214_213	191	0,99	0,50

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Nœuds	Tronçons	Longueur(m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N215	215_213	44	0,23	0,89
	215_217	166	0,86	
	215_216	130	0,68	
N216	216_215	130	0,68	0,34
N217	217_215	166	0,86	0,43
N218	218_118	506	2,64	2,59
	218_220	247	1,29	
	218_219	243	1,27	
N219	219_218	243	1,27	0,63
N220	220_218	247	1,29	2,27
	220_222	378	1,97	
	220_221	246	1,28	
N221	221_220	246	1,28	0,64
N222	222_220	378	1,97	0,98
N223	223_85	82	0,43	0,47
	223_225	19	0,10	
	223_224	81	0,42	
N224	224_223	81	0,42	0,21
N225	225_223	19	0,10	1,09
	225_226	250	1,30	
	225_228	148	0,77	
N226	226_225	250	1,30	1,54
	226_227	79	0,41	
	226_228	263	1,37	
N227	227_226	79	0,41	1,17
	227_230	367	1,91	
	227_76	3	0,02	
N228	228_225	148	0,77	1,44
	228_226	263	1,37	
	228_231	141	0,73	
N229	229_76	68	0,35	0,18
N230	230_227	367	1,91	1,55
	230_40	206	1,07	
	230_73	23	0,12	
N231	231_228	141	0,73	0,37
N232	232_142	183	0,95	0,48
N233	233_136	170	0,89	0,44
N234	234_138	135	0,70	0,35
N235	235_209	65	0,34	0,17
N236	236_129	68	0,35	0,18

IV.2.2.3 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel :

Après avoir défini les paramètres hydrauliques de notre réseau, tels que les diamètres, les rugosités et les longueurs des conduites, ainsi que les caractéristiques des réservoirs existants et les débits nodaux de consommation, nous avons procédé à la simulation.

Nous avons extrait l'état des nœuds et des arcs de notre réseau.

Les schémas ci-dessous illustrent les résultats obtenus lors de la simulation pour le cas de pointe :

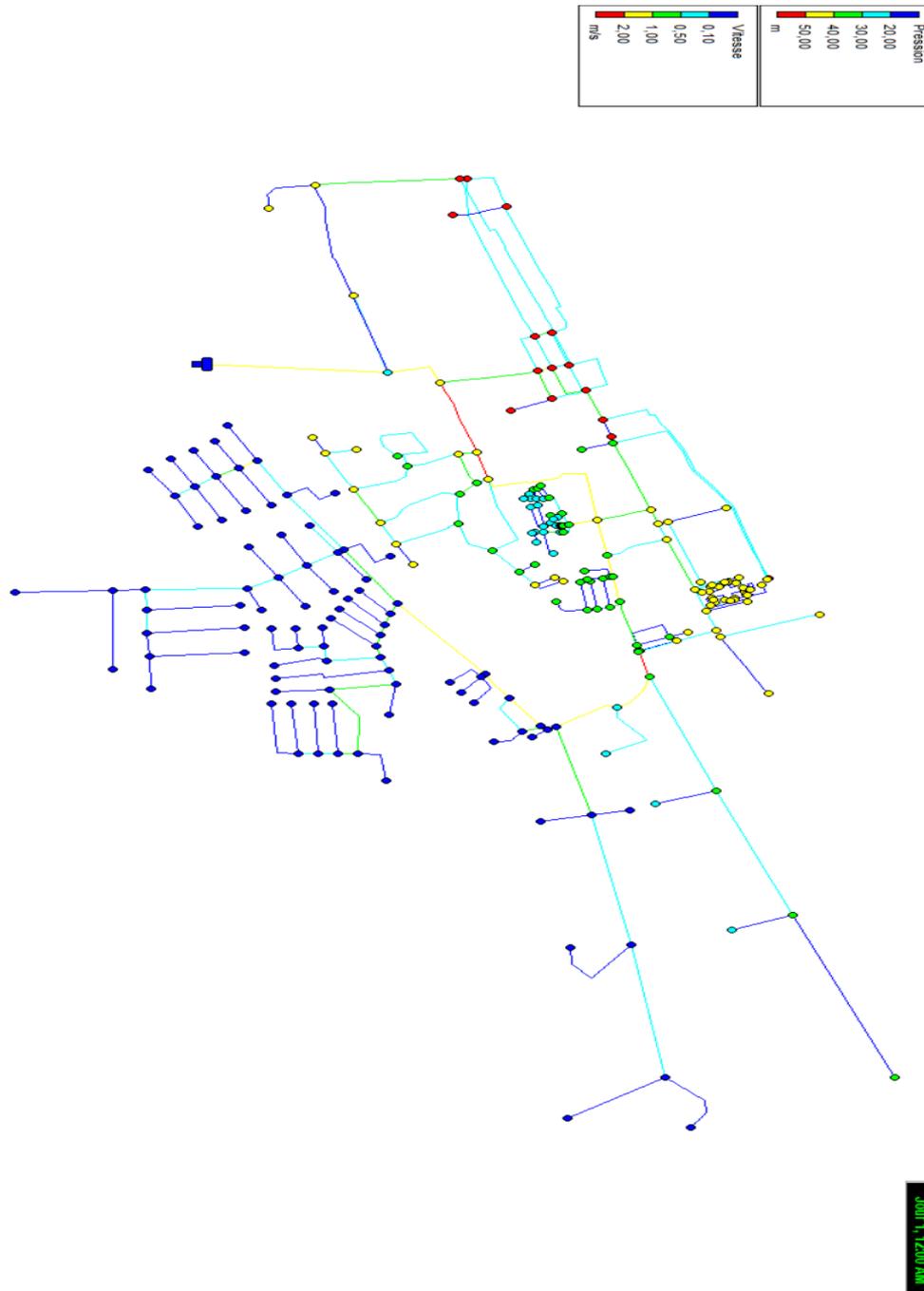


Figure IV.3 : Etat du réseau existant au cas de pointe

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

a) Les vitesses et les pertes charges :

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

Tableau IV.4 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant cas de pointe :

Tronçon	Matériau	Diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Perte de Charge
		mm	m	LPS	m/s	m/km
P1	FD	150	28	-2,2	0,12	0,16
P2	FD	100	28	-6,31	0,8	8,12
P3	FD	150	21	1,01	0,06	0,04
P4	FD	150	17	-1,63	0,09	0,09
P5	FD	150	12	1,55	0,09	0,08
P6	FD	150	6	-1,18	0,07	0,05
P7	FD	150	3	-3,85	0,22	0,45
P8	FD	150	3	62,39	1,99	19,33
P10	FD	300	227	92,52	1,31	5,56
P11	FD	100	192	-4,92	0,63	5,12
P12	FD	300	180	145,68	2,06	12,9
P13	FD	200	177	67,22	2,14	22,19
P14	FD	100	296	0,77	0,1	0,17
P15	FD	100	194	0,05	0,01	0
P16	FD	200	142	-14,17	0,45	1,24
P17	FD	200	136	-12,49	0,4	0,98
P18	FD	80	207	0,54	0,11	0,25
P19	FD	80	120	-0,31	0,06	0,09
P20	FD	200	77	-23,91	0,76	3,27
P21	FD	150	98	-3,08	0,17	0,3
P22	FD	150	51	3,31	0,19	0,34
P23	AG	50	60	0,16	0,08	0,19
P24	FD	150	47	2,05	0,12	0,14
P25	FD	200	41	-4,74	0,15	0,16
P26	FD	100	130	13,22	1,68	31,96
P28	FD	100	45	5,52	0,7	6,35
P29	FD	100	11	4,03	0,51	3,55
P30	FD	100	30	2,6	0,33	1,57
P31	FD	100	96	1,09	0,14	0,32
P33	FD	100	93	1,47	0,19	0,55
P34	FD	100	38	3,55	0,45	2,81
P35	FD	100	21	0,75	0,1	0,16
P36	FD	100	70	0,18	0,02	0,01
P37	FD	100	99	1,07	0,14	0,3
P38	FD	100	77	0,2	0,03	0,01
P39	FD	100	79	0,21	0,03	0,01
P40	FD	100	245	3,07	0,39	2,14
P41	FD	100	114	0,3	0,04	0,03

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Suite Tableau IV.4 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant cas de pointe est présenté dans l'Annexe IV.2 :

b) Les cotes piézométriques et pressions :

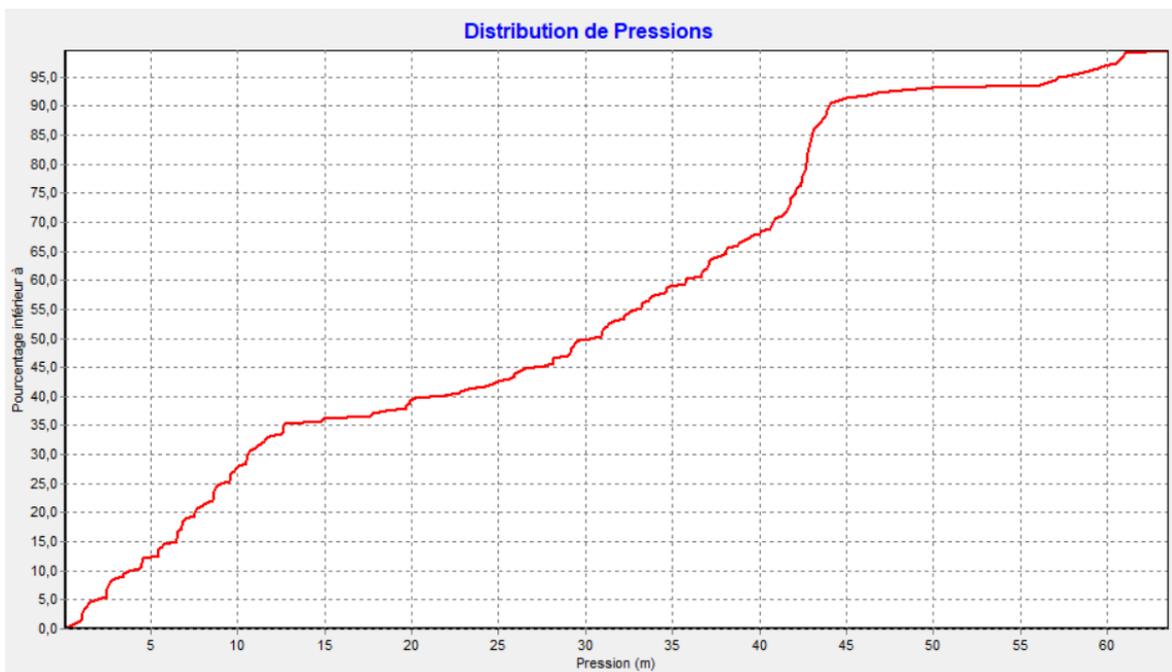
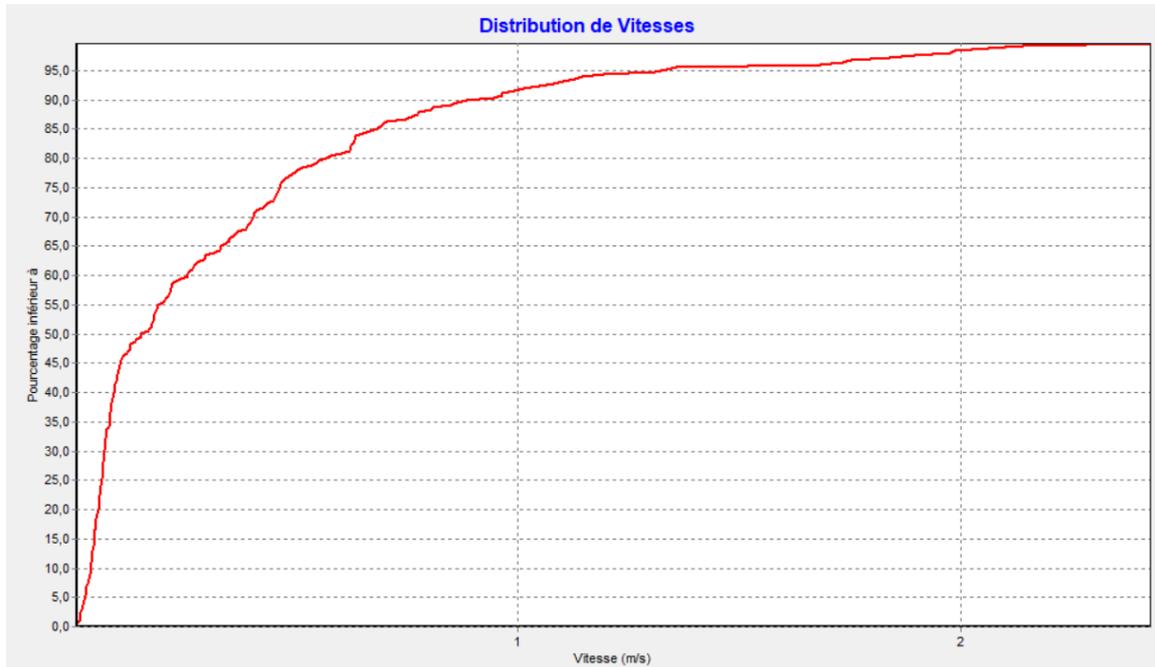
Les cotes piézométriques et les pressions dans le réseau de distribution calculé sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe) :

Nœuds	Elévation	Demande	Charge	Pression
ID	m	LPS	m	m
N1	14	0,35	25,56	11,56
N2	14	0,22	25,03	11,03
N3	13	0,26	24,81	11,81
N4	12	0,24	24,7	12,7
N5	12	0,22	24,69	12,69
N6	16	0,19	24,69	8,69
N7	16	0,27	24,7	8,7
N8	16	0,29	24,81	8,81
N9	16	0,47	25,01	9,01
N10	14	0,48	24,69	10,69
N11	14	0,7	24,7	10,7
N12	15	0,76	24,81	9,81
N13	15	0,9	25,03	10,03
N14	15	0,85	25,56	10,56
N15	14	0,43	25,59	11,59
N16	17	0,57	25,67	8,67
N17	19	0,23	25,5	6,5
N18	24	0,34	25,49	1,49
N19	24	0,64	25,5	1,5
N20	22	0,18	25,49	3,49
N21	20	0,31	25,48	5,48
N22	20	0,3	25,48	5,48
N23	21	0,28	25,49	4,49
N24	23	0,46	25,49	2,49
N25	23	0,58	25,49	2,49
N26	23	0,5	25,49	2,49
N27	21	0,18	25,55	4,55
N28	17	0,23	25,57	8,57
N29	19	0,41	25,55	6,55
N30	16	0,22	25,61	9,61
N31	19	0,34	25,6	6,6
N32	23	0,41	25,5	2,5
N33	21,2	0,5	25,56	4,36
N34	21	0,78	25,57	4,57
N35	18	0,75	25,61	7,61

Suite Tableau IV.5 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe) est présenté dans l'Annexe IV.3 :

Ces résultats se traduisent par le graphique suivant :



IV.2.2.4 Analyse et interprétation des résultats de simulation

Pour mettre en évidence les dysfonctionnements hydrauliques du réseau de distribution dans son état actuel, nous présentons ci-après la répartition des vitesses et des pressions

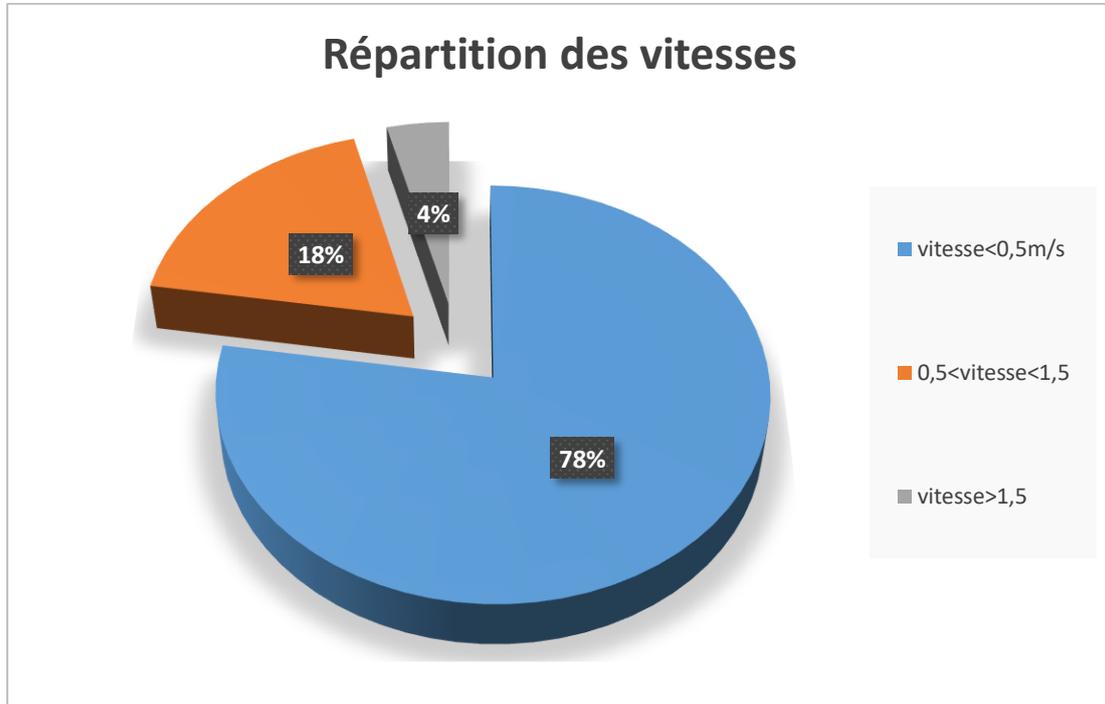


Figure IV.6 : Répartition des vitesses dans les conduites

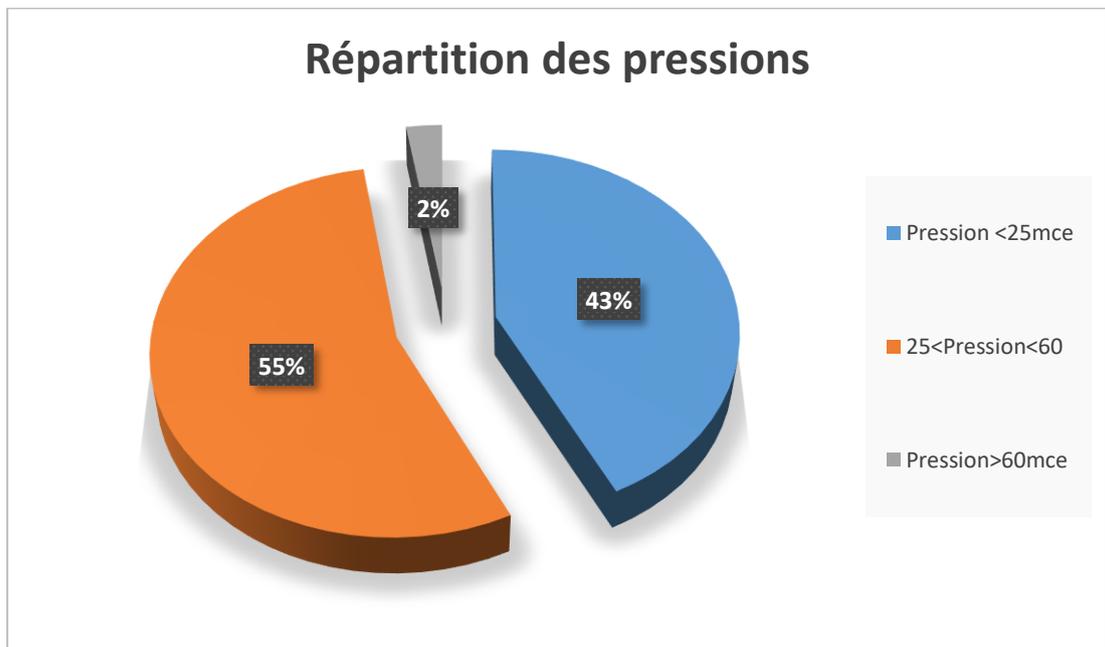


Figure IV.7 : Répartition des pressions dans les nœuds

Interprétation

Les résultats de simulation du fonctionnement de notre réseau de distribution nous permettent de constater et d'identifier de nombreux problèmes à savoir :

- Un dysfonctionnement en termes de pression touchant 105 nœuds (99 nœuds inférieurs à 25m.c.e et 6 nœuds supérieurs à 60m.c.e), et le reste des nœuds (127 nœuds) sont acceptables.
- Les vitesses d'écoulement dans les conduites du réseau de distribution sont majoritairement très faibles (inférieur à 0.5m/s), environ 193 tronçons. Ce qui peut causer la détérioration des conduites par des dépôts, ainsi que 10 tronçons ont une vitesse supérieure à 1.5 m/s ce qui peut provoquer une érosion interne des conduites.

Cas de pointe + incendie (horizon 2024)

Pour ce cas c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit nécessaire qui est de 17 l/s donné par le réservoir se trouve au point le plus défavorable est le point le plus loin du réservoir et de petite cote de terrain. c.à.d.au nœud **N89**. Donc le débit nodal dans ce point sera :

$$Q_{N89} = 0,859 + 17 = 17,859 \text{ l/s}$$

Le débit véhicule dans le réseau sera égale au débit de pointe +débit d'incendie

$$Q_{\text{maxh+inc}} = 238,24 + 17 = 255,24 \text{ l/s}$$

IV.2.2.5 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon actuel :

a) Les vitesses et les pertes charges :

Les résultats des différents tronçons vitesses et pertes de charges sont donnes dans les tableaux suivant :

Tableau IV.6 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (cas de pointe + incendie) :

Tronçon	Matériau	diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Perte de Charge
		mm	m	LPS	m/s	m/km
P1	FD	150	28	-2,2	0,12	0,16
P2	FD	100	28	-6,35	0,81	8,22
P3	FD	150	21	1,01	0,06	0,04
P4	FD	150	17	-1,63	0,09	0,09
P5	FD	150	12	1,55	0,09	0,08
P6	FD	150	6	-1,18	0,07	0,05
P7	FD	150	3	-3,85	0,22	0,45
P8	FD	150	3	72,45	2,31	25,5
P10	FD	300	227	105,55	1,49	7,1

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Tronçon	Matériau	diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Perte de Charge
		mm	m	LPS	m/s	m/km
P11	FD	100	192	-4,91	0,63	5,11
P12	FD	300	180	161,52	2,28	15,62
P13	FD	200	177	67,22	2,14	22,19
P14	FD	100	296	0,77	0,1	0,17
P15	FD	100	194	0,05	0,01	0
P16	FD	200	142	-21,1	0,67	2,6
P17	FD	200	136	-19,43	0,62	2,23
P18	FD	80	207	0,54	0,11	0,25
P19	FD	80	120	-0,31	0,06	0,09
P20	FD	200	77	-25,07	0,8	3,57
P21	FD	150	98	-3,08	0,17	0,3
P22	FD	150	51	3,31	0,19	0,34
P23	AG	50	60	0,16	0,08	0,19
P24	FD	150	47	2,05	0,12	0,14
P25	FD	200	41	-21,74	0,69	2,74
P26	FD	100	130	13,22	1,68	31,96
P28	FD	100	45	5,52	0,7	6,35
P29	FD	100	11	4,03	0,51	3,55
P30	FD	100	30	2,6	0,33	1,57
P31	FD	100	96	1,09	0,14	0,32
P33	FD	100	93	1,47	0,19	0,55
P34	FD	100	38	3,55	0,45	2,81
P35	FD	100	21	0,75	0,1	0,16
P36	FD	100	70	0,18	0,02	0,01
P37	FD	100	99	1,07	0,14	0,3
P38	FD	100	77	0,2	0,03	0,01
P39	FD	100	79	0,21	0,03	0,01
P40	FD	100	245	3,07	0,39	2,14
P41	FD	100	114	0,3	0,04	0,03
P42	FD	100	52	1,7	0,22	0,72
P43	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P44	FD	100	40	0,99	0,13	0,26
P45	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P46	FD	100	27	0,33	0,04	0,03
P47	FD	100	35	0,09	0,01	0
P48	FD	100	15	0,04	0,01	0
P49	FD	100	90	4,45	0,57	4,25
P50	FD	100	88	2,18	0,28	1,13
P51	FD	100	184	0,48	0,06	0,07
P52	FD	100	64	0,17	0,02	0,01
P53	FD	100	190	0,5	0,06	0,07
P54	FD	100	43	0,72	0,09	0,14
P55	FD	100	13	0,03	0,01	0

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Suite Tableau IV.6 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant cas de pointe + incendie (voir l'Annexe IV.4)

b) Les cotes piézométriques et pressions :

Les cotes piézométriques et les pressions dans le réseau de distribution calculé sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV.7 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe + incendie) :

Nœuds	Elévation	Demande	Charge	Pression
ID	m	LPS	m	mce
N1	14	0,35	19,82	5,82
N2	14	0,22	19,29	5,29
N3	13	0,26	19,06	6,06
N4	12	0,24	18,95	6,95
N5	12	0,22	18,94	6,94
N6	16	0,19	18,94	2,94
N7	16	0,27	18,95	2,95
N8	16	0,29	19,06	3,06
N9	16	0,47	19,26	3,26
N10	14	0,48	18,94	4,94
N11	14	0,7	18,96	4,96
N12	15	0,76	19,07	4,07
N13	15	0,9	19,29	4,29
N14	15	0,85	19,82	4,82
N15	14	0,43	19,85	5,85
N16	17	0,57	19,92	2,92
N17	19	0,23	19,75	0,75
N18	24	0,34	19,74	0,26
N19	24	0,64	19,75	0,25
N20	22	0,18	19,74	1,26
N21	20	0,31	19,73	0,27
N22	20	0,3	19,74	0,26
N23	21	0,28	19,74	1,26
N24	23	0,46	19,75	0,25
N25	23	0,58	19,74	0,27
N26	23	0,5	19,74	0,23
N27	21	0,18	19,81	1,19
N28	17	0,23	19,82	2,82
N29	19	0,41	19,81	0,81
N30	16	0,22	19,86	3,86
N31	19	0,34	19,86	0,86
N32	23	0,41	19,76	0,24
N33	21,2	0,5	19,81	1,39
N34	21	0,78	19,83	1,17
N35	18	0,75	19,87	1,87

Suite Tableau IV.7 : pressions dans le réseau existant cas de pointe + incendie (voir l'Annexe IV.5)

Ces résultats se traduisent par le graphique suivant :

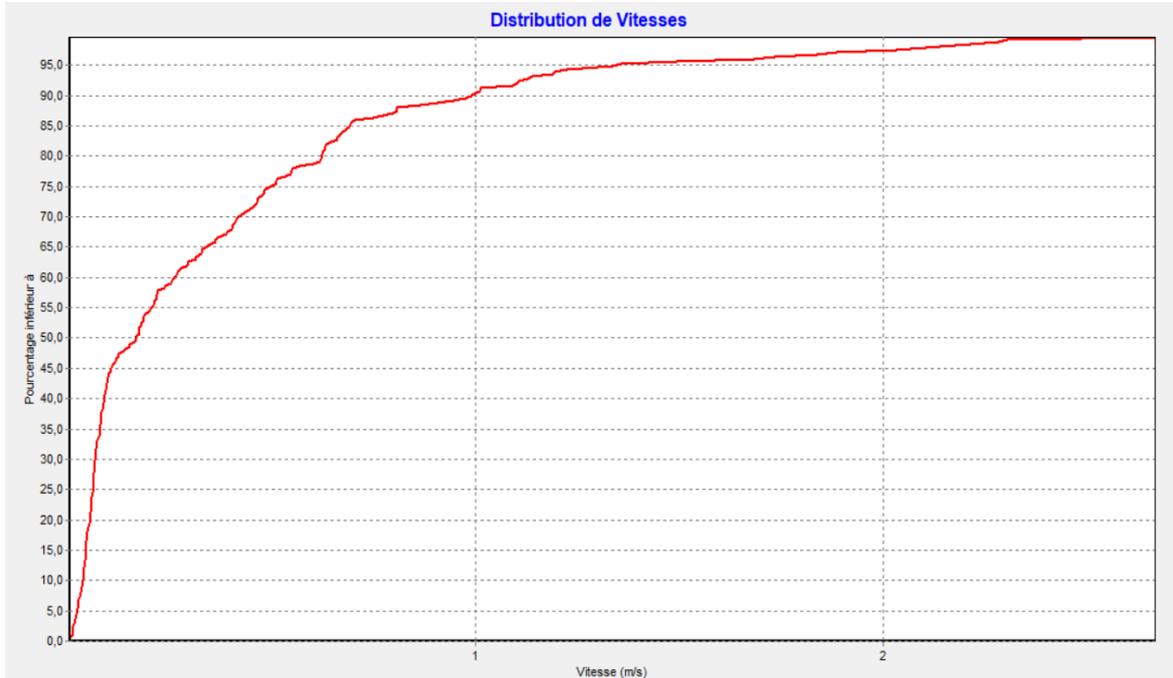


Figure IV.8 : distribution des vitesses du réseau existant (cas de pointe +incendie)

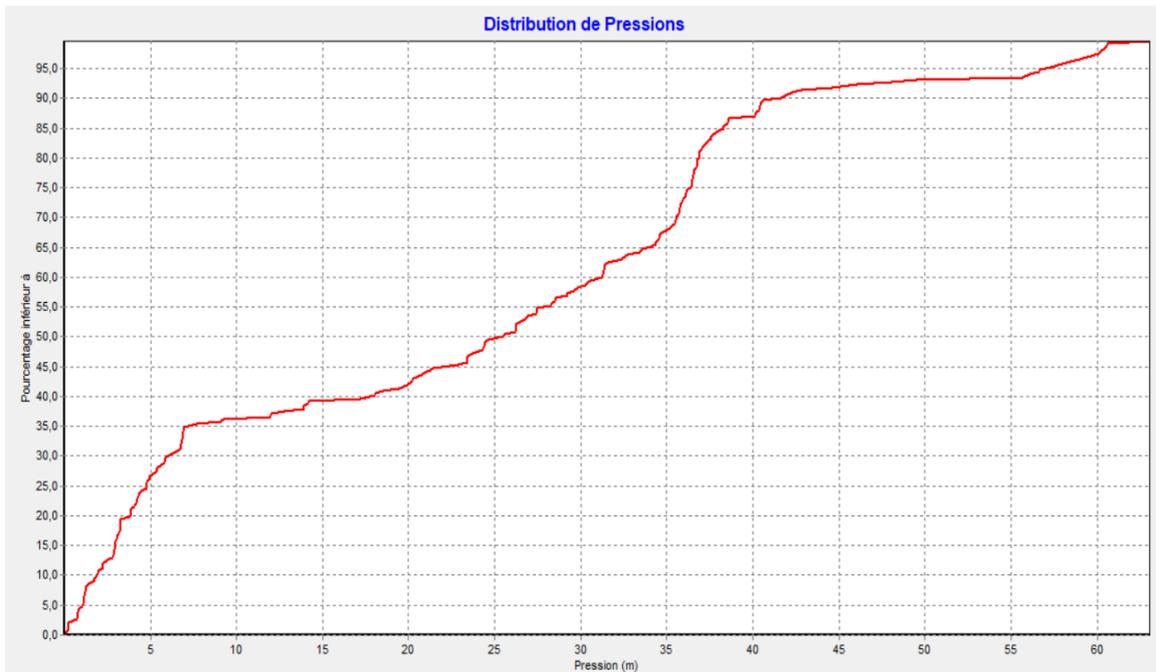


Figure IV.9 : distribution des pressions du réseau existant cas de pointe +incendie

CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

La figure suivante montre les résultats de simulation de réseau existant (cas de pointe+ incendie) :

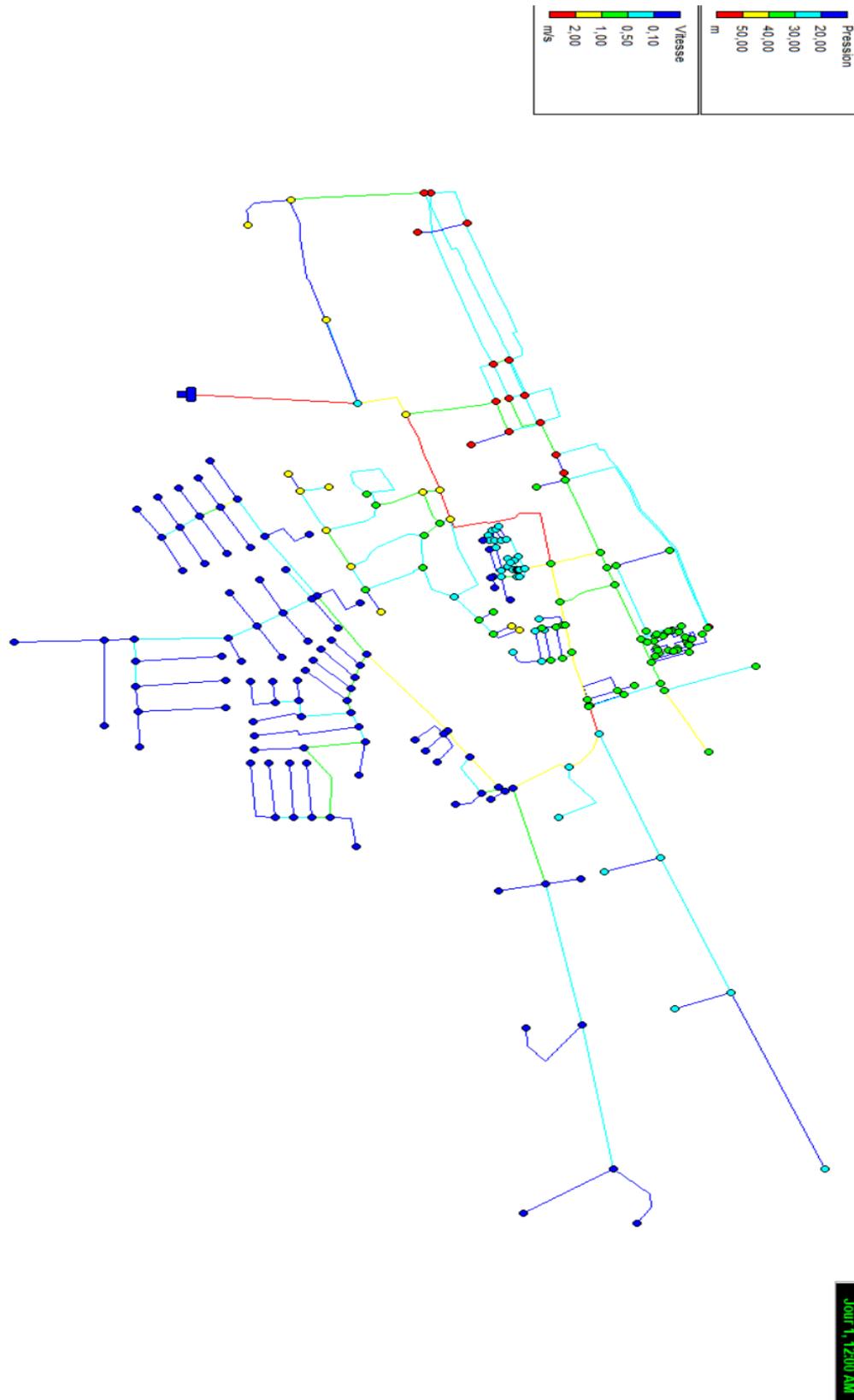


Figure IV.10: Résultats de simulation cas de pointe+ incendie horizon actuel

Interprétation

- Pour les nœuds on remarque qu'on a des pressions négatives, et des pressions basses à coté de nœud de la demande d'incendie. Le réseau a un fonctionnement anormal en cas de pointe + incendie.
- Pour les tronçons on remarque qu'on a des très faibles vitesses. La vitesse minimale $V_{min} = 0,01$ m/s est marquée dans 8 tronçons, et la vitesses maximal $V_{max} = 2,67$ m/s se situe dans le tronçon (N95_N200).

IV.2.2.6 Résultats de la simulation hydraulique du réseau horizon futur 2054

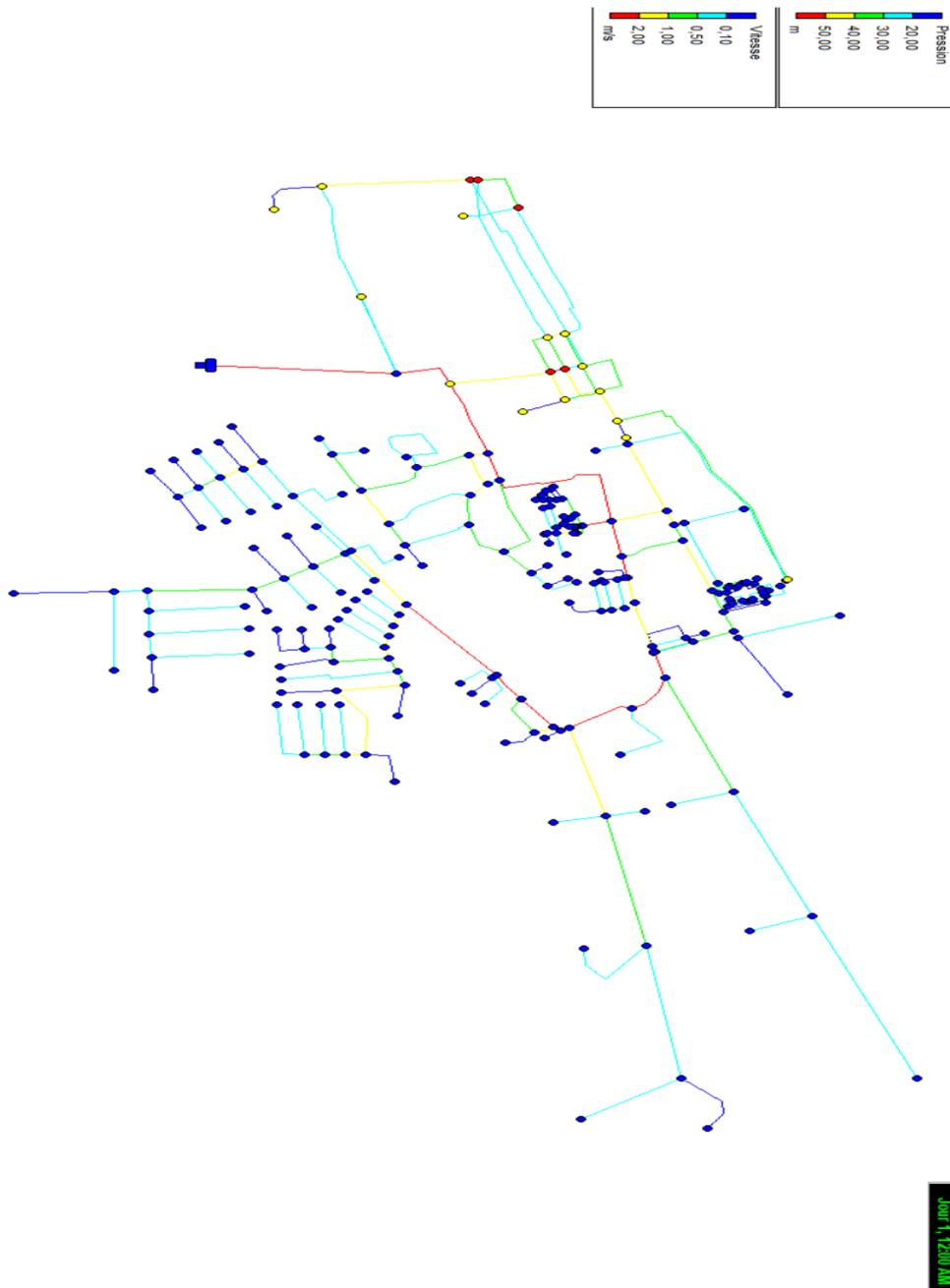


Figure IV.11: Résultats de simulation cas de pointe (horizon 2054)

Résultats de la simulation (situation hydraulique) dans le réseau futur sont répertoriés dans le tableau IV.6 (voir l'Annexe IV.6).

Interprétation des résultats

En examinant la configuration future du réseau de distribution de la commune, plusieurs problèmes hydrauliques se manifestent, principalement en raison de défauts de dimensionnement et d'une gestion inadéquate de ces réseaux. Les résultats de la simulation viennent confirmer cette constatation.

- Pressions : il est à noter que la majorité des nœuds affichent des pressions négatives, tandis que les nœuds (N90, N94, N96, N107, N115, N123, N117, N119, N200, N201, N205, N206, N234, N236) présentent des pressions acceptables, et certains nœuds affichent des pressions significativement élevées. Donc le réseau fonctionne mal dans ce cas.
- Vitesses : une bonne partie du réseau fonctionne avec des vitesses faibles ne dépassant pas 0.5 m/s. De plus on a des tronçons dépassent la vitesse de 2 m/s, atteignant même 4 m/s dans les tronçons (N95_155), (N118_N150).

Les vitesses réduites dans les canalisations créent des conditions propices à l'accumulation de tartre, entraînant ainsi leur obstruction ultérieure. En revanche des vitesses élevées sollicitent excessivement les canalisations, accélérant leur usure prématurée.

Recommandation

Pour améliorer la fourniture d'eau aux abonnés, résoudre les problèmes actuels du réseau pendant les heures de pointe, et planifier pour l'avenir jusqu'en 2054, nous recommandons une réorganisation du réseau de distribution. L'une des mesures préconisées est la suppression de toutes les conduites en amiante ciment et en acier galvanisé. Nous suggérons d'utiliser des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) dans les nouveaux réseaux et de remplacer les conduites en fonte ductile (FD) défectueuses.

Conclusion

Après avoir simulé les performances du réseau de distribution pour 2024 et 2054, nous avons identifié des dysfonctionnements majeurs, notamment des fuites fréquentes. Ce chapitre analyse le réseau de la commune de Bordj El Kiffan Ouest et révèle des anomalies telles que des vitesses d'écoulement ne dépassant pas 0.5 m/s dans la plupart des tronçons et des pressions inadéquates, ainsi que des problèmes de dimensionnement, y compris un surdimensionnement des infrastructures.

Ces résultats nous conduisent à envisager un redimensionnement du réseau, qui sera détaillée dans le prochain chapitre.

Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'AEP

Introduction

Sur la base du diagnostic physique et hydraulique présenté dans le chapitre précédent, on constate qu'il faut faire une réhabilitation de ce réseau. Ce chapitre aborde ce sujet en proposant des améliorations et des modifications du réseau, ainsi que le renouvellement des tronçons détériorés. Ces interventions sont indispensables pour répondre aux exigences techniques requises afin de satisfaire les besoins croissants de notre agglomération à l'horizon 2054.

Enfin, on va déterminer les caractéristiques hydrauliques du réseau projeté par la simulation avec le logiciel Epanet dans le cas de point et point plus incendie.

V.1 Types des réseaux de distribution

On distingue plusieurs types de réseaux de distribution en fonction de la structure et de l'importance de l'agglomération, tels que :

V.1.1 Le réseau ramifié

Ce réseau ressemble à la structure d'un arbre, avec une conduite principale qui se divise en branches plus petites desservant les propriétés individuelles, dont les conditions de desserte ne comportent aucune alimentation de retour. Il est économique mais il n'a pas de sécurité en cas de rupture ; c'est à dire en cas de panne toute la zone sera privée d'eau.

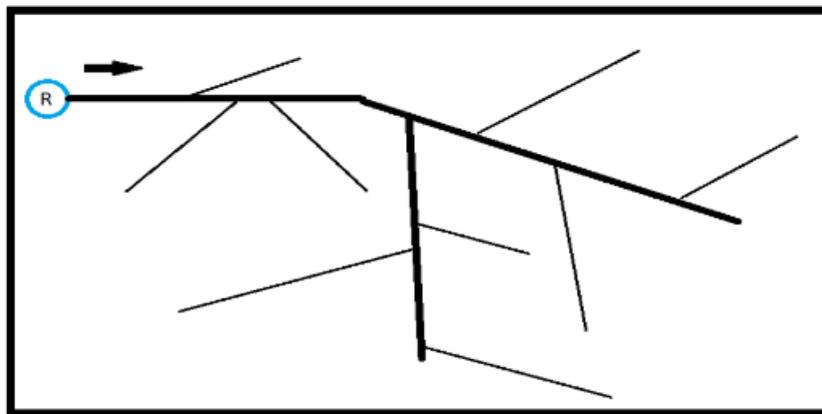


Figure V.1 : schéma d'un réseau ramifié

V.1.2 Le réseau maillé

Le réseau maillé permet une alimentation en retour. Il est utilisé pour des habitations groupées dans des zones urbaines. Il permet un équilibrage de pression. Il est plus coûteux et est plus sécurisé en alimentation comparativement au réseau ramifié.

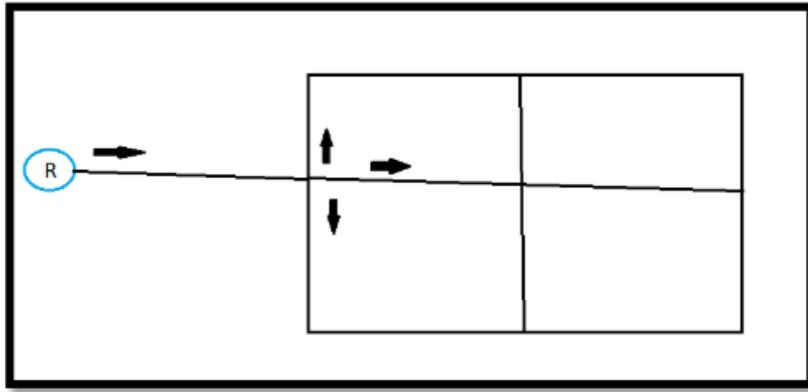


Figure V.2 : schéma d'un réseau maillé

V.1.2 Le réseau mixte

Un réseau est composé d'une partie maillée et une partie ramifiée. Il s'agit d'une solution hybride qui permet de profiter des avantages des deux types de réseaux.

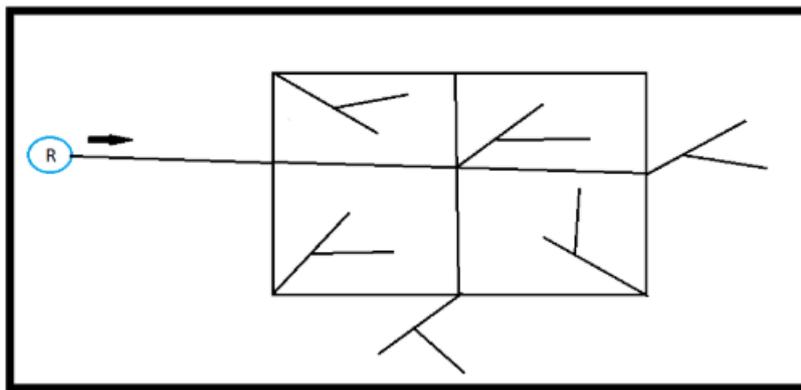


Figure V.3 : schéma d'un réseau mixte

Le type mixte a été choisi pour Bordj El Kiffan Ouest, car il permet de concilier les contraintes géologiques et sismiques avec les besoins variés de la ville en expansion, et de garantir une alimentation en eau potable.

V.2 Choix du type de distribution

Le choix du type de distribution d'eau potable dépend de plusieurs facteurs, tels que la topographie du terrain, la densité de population, les ressources disponibles et les coûts d'investissement et d'exploitation.

- **Topographie du terrain** : Si le terrain est plat, la distribution par gravité peut être une bonne option. Si le terrain est accidenté, la distribution par pompage sera nécessaire.
- **Densité de population** : Dans les zones densément peuplées, la distribution par pompage est généralement plus efficace.

- **Ressources disponibles :** Si l'eau est disponible en abondance et à une altitude élevée, la distribution par gravité peut être une option économique.
- **Coûts d'investissement et d'exploitation :** La distribution par gravité est généralement moins coûteuse à l'investissement que la distribution par pompage, mais les coûts d'exploitation peuvent être plus élevés.

V.3 Conception et principe du tracé d'un réseau de distribution

Le tracé se réalise de la manière suivante :

- Tout d'abord, identifier les grands consommateurs (par exemple, les usines).
- Localiser les quartiers avec une forte densité de population.
- Définir l'itinéraire principal pour garantir la distribution vers les principaux consommateurs.
- Selon cet itinéraire, tracer les conduites principales de manière parallèle.
- Ces conduites principales doivent être bien réparties pour assurer une distribution efficace de l'eau.
- Pour desservir l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées par des conduites secondaires formant des boucles (mailles).

V.4 Choix du type de matériau des conduites

Le type de matériau utilisé dépend de plusieurs paramètres bien déterminés. On peut citer les paramètres suivants :

- Le diamètre requis.
- La pression de service à supporter.
- Les conditions d'installation.
- Le coût de la conduite.
- La durée de vie du matériau.
- La disponibilité sur le marché.
- La nature du terrain.

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

Dans ce projet, le matériau utilisé sera le PEHD en raison des nombreux avantages qu'il offre, notamment :

- Résistance à la corrosion et aux produits chimiques.
- Flexibilité, facilitant l'installation.
- Légèreté, réduisant les coûts de transport et de manutention.
- Durabilité et longue durée de vie.
- Étanchéité élevée, minimisant les fuites.
- Faible coût de maintenance.
- Disponibilité sur le marché.

V.5 Calcul hydraulique du réseau

V.5.1 Débit spécifique :

Le débit spécifique se calcule comme suit :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_r} \text{ (l/s/ml)} \dots\dots\dots \text{(V.1)}$$

Avec :

$\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons du réseau ;

Q_r : est le débit en route total (l/s) avec : $(Q_r = Q_{maxh} - \sum Q_{cons})$;

$\sum Q_{cons}$: la somme de débits concentrés (l/s) dans notre cas $Q_{cons}=0$;

V.5.2 Débit en route :

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

$$Q_r = q_{sp} \times L_i \dots\dots\dots \text{(V.2)}$$

Avec :

q_{sp} : débit spécifique (l/s/ml) ;

L_i : la longueur du tronçon (m) ;

V.5.3 Débit aux nœuds :

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

$$Q_{n.i} = 0,5 \sum Q_{ri-k} + Q_{conc} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots \text{(V.3)}$$

Avec :

$Q_{n,i}$: débit au nœud i (l/s) ;

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

Q_{conc} : débits concentrés au nœud i (pour notre cas $Q_{conc} = 0$) ;

V.6 Calcul des débits :

V.6.1 Cas de pointe :

Tableau V.1 Calcul des débits spécifiques à l'horizon 2054

Q_{maxh} (l/s)	454,627
$\sum L$ (ml)	40192,1
Q_{sp} (l/s/ml)	0,01131138

V.6.2 Cas de pointe + incendie :

Pour ce cas c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit nécessaire qui est de 17 l/s donné par le réservoir se trouve au point le plus défavorable est le point plus éloigné du réservoir.c.à.d.au nœud **N56**. Donc le débit nodal dans ce point sera :

$$Q_{N56} = 5,25 + 17 = 22,25 \text{ l/s}$$

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

$$Q_{\text{maxh+inc}} = 454,627 + 17 = 471,627 \text{ l/s}$$

Les débits aux nœuds sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau V.2: Calcul des débits nodaux à l'heure de pointe

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri (l/s)	Qni (l/s)
N2	2_8	101	1,14	0,57
N3	3_7	92	1,04	0,52
N4	4_7	102	1,15	0,58
N5	5_8	111	1,26	0,63
N6	6_7	30	0,34	1,30
	6_139	104	1,18	
	6_138	95	1,07	
N7	7_6	30	0,34	1,52
	7_4	102	1,15	
	7_3	92	1,04	
	7_8	44	0,50	
N8	8_7	44	0,50	1,65
	8_2	101	1,14	
	8_5	111	1,26	
	8_9	36	0,41	
N9	9_8	36	0,41	2,96
	9_136	180	2,04	
	9_137	106	1,20	
	9_22	202	2,28	
N11	11_22	166	1,88	0,94
N12	12_23	218	2,47	1,23
N13	13_15	87	0,98	0,49
N14	14_15	131	1,48	0,74
N15	15_20	42	0,48	1,47
	15_14	131	1,48	
	15_13	87	0,98	
N16	16_19	117	1,32	0,66
N17	17_18	107	1,21	0,61
N18	18_20	31	0,35	1,20
	18_17	107	1,21	
	18_19	74	0,84	

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Tronçons	Longueurs (m)	Qri (l/s)	Qni (l/s)
N19	19_134	340	3,85	3,00
	19_16	117	1,32	
	19_18	74	0,84	
N20	20_15	42	0,48	1,18
	20_18	31	0,35	
	20_133	136	1,54	
N22	22_11	166	1,88	3,18
	22_9	202	2,28	
	22_23	195	2,21	
N23	23_12	218	2,47	3,50
	23_22	195	2,21	
	23_123	206	2,33	
N24	24_29	150	1,22	0,85
N25	25_29	121	1,37	0,68
N26	26_30	111	1,26	0,63
N29	29_25	121	1,37	1,77
	29_28	42	0,48	
	29_24	150	0,45	
N30	30_29	40	0,45	2,49
	30_26	111	1,26	
	30_32	289	3,27	
N32	32_38	157	1,78	3,17
	32_30	289	3,27	
	32_135	114	1,29	
N33	33_38	156	1,76	0,88
N34	34_35	79	0,89	0,45
N35	35_36	40	0,45	2,57
	35_36	336	3,80	
	35_34	79	0,89	
N36	36_34	336	3,80	2,56
	36_35	40	0,45	
	36_39	76	0,86	
N38	38_33	156	1,76	1,99
	38_32	157	1,78	
	38_39	38	0,43	
N39	39_38	38	0,43	0,85
	39_36	76	0,86	
	39_40	36	0,41	
N40	40_39	36	0,41	2,35
	40_41	79	0,89	
	40_133	301	3,40	
N41	41_123	89	1,01	2,55
	41_40	79	0,89	
	41_132	283	3,20	
N42	42_44	121	1,37	0,68

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri (l/s)	Qni (l/s)
N43	43_44	151	1,71	0,85
N44	44_121	5	0,06	1,57
	44_42	121	1,37	
	44_43	151	1,71	
N45	45_48	137	1,55	0,77
N46	46_48	287	3,25	1,62
N47	47_49	254	2,87	1,44
N48	48_49	293	3,31	4,06
	48_46	287	3,25	
	48_45	137	1,55	
N49	49_48	293	3,31	4,73
	49_47	254	2,87	
	49_52	290	3,28	
N50	50_52	200	2,26	1,13
N51	51_52	240	2,71	1,36
N52	52_51	240	2,71	6,01
	52_50	200	2,26	
	52_49	290	3,28	
	52_53	333	3,77	
N53	53_52	333	3,77	4,69
	53_119	114	1,29	
	53_56	382	4,32	
N54	54_56	333	3,77	1,88
N56	56_54	333	3,77	5,28
	56_70	219	2,48	
	56_53	382	4,32	
N57	57_85	1726	19,52	9,76
N58	58_91	330	3,73	1,87
N59	59_86	1821	20,60	10,30
N60	60_109	201	2,27	4,45
	60_102	132	1,49	
	60_67	454	5,14	
N61	61_109	219	2,48	1,24
N62	62_97	180	2,04	4,42
	62_110	524	5,93	
	62_63	77	0,87	
N63	63_64	210	2,38	2,96
	63_62	77	0,87	
	63_108	236	2,67	
N64	64_63	210	2,38	2,18
	64_97	62	0,70	
	64_67	113	1,28	
N65	65_113	214	2,42	10,37
	65_83	86	0,97	
	65_75	1171	13,25	

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

	65_82	363	4,11	
N66	66_91	559	6,32	3,16
Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri (l/s)	Qni (l/s)
N67	67_64	113	1,28	4,32
	67_101	196	2,22	
	67_60	454	5,14	
N68	68_86	297	3,36	7,39
	68_69	438	4,95	
	68_113	571	6,46	
N69	69_68	438	4,95	7,01
	69_82	547	6,19	
	69_83	254	2,87	
N70	70_114	506	5,72	5,10
	70_93	177	2,00	
	70_56	219	2,48	
N71	71_83	1100	12,44	11,72
	71_75	368	4,16	
	71_125	604	6,83	
N72	72_98	534	6,04	4,12
	72_73	155	1,75	
	72_95	39	0,44	
N73	73_72	155	1,75	3,88
	73_76	304	3,44	
	73_77	227	2,57	
N74	74_84	149	1,69	3,99
	74_78	436	4,93	
	74_78	120	1,36	
N75	75_65	1171	13,25	9,49
	75_71	368	4,16	
	75_125	139	1,57	
N76	76_90	360	4,07	4,38
	76_73	304	3,44	
	76_81	110	1,24	
N77	77_73	227	2,57	7,67
	77_94	267	3,02	
	77_97	732	8,28	
	77_99	130	1,47	
N78	78_74	436	4,93	4,08
	78_74	120	1,36	
	78_90	166	1,88	
N79	79_91	92	1,04	3,46
	79_93	383	4,33	
	79_89	136	1,54	
N80	80_92	1381	15,62	10,90
	80_125	547	6,19	

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N81	81_76	110	1,24	1,58
	81_111	59	0,67	
	81_94	111	1,26	
N82	82_69	547	6,19	6,94
	82_113	63	0,71	
	82_65	363	4,11	
	82_110	254	2,87	
N83	83_69	254	2,87	8,14
	83_71	1100	12,44	
	83_65	86	0,97	
N84	84_74	149	1,69	0,84
N85	85_94	513	5,80	13,43
	85_57	1726	19,52	
	85_86	135	1,53	
N86	86_85	135	1,53	12,74
	86_59	1821	20,60	
	86_68	297	3,36	
N89	89_79	136	1,54	2,61
	89_124	183	2,07	
	89_90	142	1,61	
N90	90_89	142	1,61	3,78
	90_78	166	1,88	
	90_76	360	4,07	
N91	91_58	330	3,73	5,55
	91_66	559	6,32	
	91_79	92	1,04	
N92	92_110	334	3,78	9,70
	92_80	1381	15,62	
N93	93_70	177	2,00	3,18
	93_79	383	4,33	
	93_98	3	0,03	
N94	94_81	111	1,26	5,04
	94_77	267	3,02	
	94_85	513	5,80	
N95	95_130	499	5,64	5,33
	95_72	39	0,44	
	95_130	301	3,40	
	95_130	104	1,18	
N96	96_98	41	0,46	1,58
	96_128	193	2,18	
	96_129	46	0,52	
N97	97_104	607	6,87	8,94
	97_77	732	8,28	
	97_62	180	2,04	
	97_64	62	0,70	

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N98	98_93	3	0,03	3,27
	98_96	41	0,46	
	98_72	534	6,04	
N99	99_77	130	1,47	7,13
	99_131	394	4,46	
	99_131	230	2,60	
	99_131	507	5,73	
N100	100_108	611	6,91	3,46
N101	101_104	247	2,79	4,56
	101_102	363	4,11	
	101_67	196	2,22	
N102	102_103	122	1,38	3,49
	102_101	363	4,11	
	102_60	132	1,49	
N103	103_102	122	1,38	0,69
N104	104_106	267	3,02	6,34
	104_97	607	6,87	
	104_101	247	2,79	
N105	105_106	255	2,88	1,44
N106	106_105	255	2,88	3,56
	106_107	108	1,22	
	106_104	267	3,02	
N107	107_106	108	1,22	0,61
N108	108_109	338	3,82	6,70
	108_63	236	2,67	
	108_100	611	6,91	
N109	109_60	201	2,27	4,29
	109_108	338	3,82	
	109_61	219	2,48	
N110	110_62	524	5,93	6,29
	110_82	254	2,87	
	110_92	334	3,78	
N111	111_112	455	5,15	4,53
	111_126	89	1,01	
	111_127	198	2,24	
	111_81	59	0,67	
N112	112_111	455	5,15	2,57
N113	113_68	571	6,46	4,80
	113_82	63	0,71	
	113_65	214	2,42	
N114	114_116	247	2,79	6,31
	114_115	363	4,11	
	114_70	506	5,72	
N115	115_114	363	4,11	2,05

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N116	116_118	378	4,28	4,93
	116_117	246	2,78	
	116_114	247	2,79	
N117	117_116	246	2,78	1,39
N118	118_116	378	4,28	2,14
N119	119_53	114	1,29	4,26
	119_120	390	4,41	
	119_120	250	2,83	
N120	120_119	390	4,41	4,07
	120_119	250	2,83	
	120_121	79	0,89	
N121	121_120	79	0,89	3,63
	121_44	5	0,06	
	121_123	557	6,30	
N123	123_121	557	6,30	4,82
	123_41	89	1,01	
	123_23	206	2,33	
N124	124_89	183	2,07	1,03
N125	125_75	139	1,57	7,30
	125_71	604	6,83	
	125_80	547	6,19	
N126	126_127	275	3,11	2,66
	126_127	106	1,20	
	126_111	89	1,01	
N127	127_126	275	3,11	3,27
	127_126	106	1,20	
	127_111	198	2,24	
N128	128_96	193	2,18	3,01
	128_129	139	1,57	
	128_129	201	2,27	
N129	129_96	46	0,52	2,18
	129_128	201	2,27	
	129_128	139	1,57	
N130	130_95	499	5,64	5,11
	130_95	104	1,18	
	130_95	301	3,40	
N131	131_99	394	4,46	6,40
	131_99	230	2,60	
	131_99	507	5,73	
N132	132_41	283	3,20	2,08
	132_23	46	0,52	
	132_133	38	0,43	
N133	133_40	301	3,40	2,69
	133_132	38	0,43	
	133_20	136	1,54	

Nœuds	Tronçons	Longueur (m)	Qri(l/s)	Qni(l/s)
N134	134_19	340	3,85	1,92
N135	135_32	114	1,29	0,64
N136	136_9	180	2,04	1,02
N137	137_9	106	1,20	0,60
N138	138_6	95	1,07	0,54
N139	139_6	104	1,18	0,59

V.7 Résultats de la simulation hydraulique du réseau pour les deux cas (cas de pointe et cas de pointe + incendie) :

Les résultats sont représentés dans ce qui suit :

c) Les vitesses et les pertes charges :

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

Tableau V.3 vitesses et pertes de charges dans le réseau

Tronçon	Longueur	Diamètre	Cas de pointe			Cas de pointe + incendie		
			Débits	Vitesses	Pertede charge	Débits	Vitesses	Perte de charge
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km	LPS	m/s	m/km
P1	383	141	-13,26	0,85	4,66	-15,28	0,98	6.05
P2	2,7	352,6	126,2	1,29	3,45	141,18	1.45	4.25
P3	227,1	352,6	141,53	1,45	4,25	153,46	1.57	4.94
P4	179,9	440,6	289,92	1,89	5,4	305,97	2.00	5.97
P5	177	352,6	136,28	1,4	3,98	153,28	1.57	4.95
P6	142,4	220,4	-30,91	0,81	2,51	-32,93	0.86	2.82
P7	136,4	220,4	-27,27	0,71	1,99	-29,29	0.77	2.27
P8	76,5	220,4	-28,83	0,75	2,19	-29,08	0.76	2.23
P10	92	141	-10,56	0,67	3	-10,56	0.67	3.00
P11	130	141	13,52	0,86	4,73	13,52	0.86	4.73
P12	113	110,2	17,76	1,85	6,12	17,75	1.85	6.10
P13	62	110,2	-11,15	1,16	11,03	-10,92	1.14	10.60
P14	454	79,2	-3,83	0,77	7,62	-3,82	0.77	7.57
P15	195,7	110,2	-9,62	1	8,38	-9,62	1.00	8.39
P16	363	79,2	3,35	0,68	5,94	3,33	0.67	5.90
P17	132	55,4	0,82	0,34	2,53	0,84	0.35	2.61
P18	122	55,4	0,68	0,28	1,79	0,68	0.28	1.79
P19	247,1	79,2	-1,72	0,35	1,72	-1,74	0.35	1.75
P20	267	110,2	5,61	0,58	3,08	5,61	0.58	3.08
P21	108	55,4	0,61	0,25	1,42	0,61	0.25	1.42
P22	235,5	110,2	17,1	1,78	9,36	17,13	1.79	9.43

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

P23	611,1	79,2	3,45	0,7	6,27	3,45	0.70	6.27
P24	200,9	66	-1,44	0,42	3,02	-1,47	0.43	3.12
P25	219	66	1,23	0,36	2,28	1,23	0.36	2.28
P26	338	110,2	6,95	0,73	4,61	6,98	0.73	4.64
P28	607	110,2	-10,23	1,07	9,39	-10,21	1.06	9.36
P29	524	555,2	-323,1	1,33	2,14	-339,4	1.40	2.35
P30	254	352,6	87,85	0,89	1,75	88,51	0.90	1.77
P31	334	555,2	-417,3	1,72	3,44	-434,2	1.79	3.70
P33	438	141	-14,41	0,92	5,34	-14,73	0.94	5.57
P34	1821	141	-10,29	0,66	2,86	-10,29	0.66	2.86
P35	297	220,4	30,06	0,78	2,37	30,76	0.80	2.47
P36	1726	141	9,76	0,62	2,59	9,76	0.62	2.59
P37	513	141	-16,15	1,03	6,57	-15,45	0.98	6.05
P38	111	352,6	-75,69	0,77	1,33	-80,76	0.82	1.50
P39	110	352,6	61,09	0,62	0,89	66,16	0.67	1.04
P40	267	352,6	96,88	0,99	2,1	101,26	1.03	2.28
P41	304	220,4	13,13	0,35	0,53	16,18	0.43	0.77
P42	59	141	13,02	0,83	4,43	13,02	0.83	4.43
P43	455	79,2	2,57	0,52	3,65	2,57	0.52	3.65
P44	1171	110,2	9,27	0,97	7,82	9,24	0.96	7.78
P45	571	141	-23,04	1,47	9,73	-23,4	1.49	10.11
P46	214,4	110,2	6,99	0,73	4,64	7,01	0.73	4.66
P47	63	220,4	34,82	0,91	3,1	35,2	0.92	3.17
P48	363	220,4	35,88	0,93	3,28	36,03	0.94	3.30
P49	86	141	23,24	1,48	12,93	23,42	1.49	13.13
P50	254	110,2	11,19	1,17	10,12	11,39	1.19	10.49
P51	1100	79,2	3,9	0,79	7,88	3,89	0.78	7.83
P52	368	110,2	4,06	0,42	1,7	4,06	0.42	1.70
P53	1381	277,6	-26,22	0,43	0,6	-26,26	0.43	0.60
P54	39	141	-10,44	0,66	2,94	-10,44	0.66	2.94
P55	155	352,6	150,79	1,54	4,79	165,77	1.70	5.71
P56	330	79,2	1,86	0,38	2	1,86	0.38	2.00
P57	101,1	66	0,57	0,49	4,02	0,57	0.49	4.02
P58	91,7	66	0,52	0,55	5,01	0,52	0.55	5.01
P59	100	555,2	-453,2	1,86	4	-470,2	1.93	4.29
P60	111,4	66	0,62	0,5	4,25	0,62	0.50	4.25
P61	101,5	79,2	0,57	0,32	1,51	0,57	0.32	1.51
P62	30	79,2	2,4	0,65	5,45	2,4	0.65	5.45
P63	43,6	110,2	5	0,86	6,25	5	0.86	6.25
P64	35,7	110,2	7,84	1,38	8,21	7,84	1.38	8.21
P65	166	66	0,94	0,27	1,36	0,94	0.27	1.36
P68	218	66	1,23	0,36	2,25	1,23	0.36	2.25

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

P69	87,1	55,4	0,49	0,32	2,99	0,49	0.32	2.99
P70	131,2	55,4	0,74	0,3	2,04	0,74	0.30	2.04
P71	42	66	2,7	0,76	9,19	2,7	0.76	9.19
P72	116,6	55,4	0,66	0,27	1,69	0,66	0.27	1.69
P73	107,4	55,4	0,6	0,25	1,42	0,6	0.25	1.42
P74	31,2	96,8	7,37	1	9,66	7,37	1.00	9.66
P75	194,7	220,4	16,52	0,6	1,43	16,52	0.60	1.43
P76	206,4	277,6	45,13	0,83	2,01	45,13	0.83	2.01
P77	120,8	55,4	0,68	0,28	1,79	0,68	0.28	1.79
P78	111	55,4	0,62	0,26	1,51	0,62	0.26	1.51
P79	39,8	79,2	3,29	0,49	3,29	3,29	0.49	3.29
P80	155,9	55,4	0,88	0,36	2,82	0,88	0.36	2.82
P81	40	66	2,29	0,94	10,62	2,29	0.94	10.62
P82	75,6	110,2	5,56	0,58	3,05	5,56	0.58	3.05
P83	37,7	141	13,05	0,75	3,69	13,05	0.75	3.69
P84	36	141	19,45	1,16	8,24	19,45	1.16	8.24
P85	121,1	55,4	0,68	0,28	1,79	0,68	0.28	1.79
P86	151,1	55,4	0,85	0,35	2,7	0,85	0.35	2.70
P87	4,8	79,2	3,09	0,63	5,14	3,09	0.63	5.14
P88	137	55,4	0,77	0,32	2,25	0,77	0.32	2.25
P89	287	66	1,62	0,47	3,76	1,62	0.47	3.76
P90	254	66	1,43	0,42	3,02	1,43	0.42	3.02
P91	293	110,2	6,44	0,67	4	6,44	0.67	4.00
P92	290	141	12,6	0,8	4,17	12,6	0.80	4.17
P93	200	66	1,13	0,33	1,92	1,13	0.33	1.92
P94	240	66	1,35	0,39	2,71	1,35	0.39	2.71
P95	333	220,4	21,09	0,55	1,23	21,09	0.55	1.23
P96	382	352,6	107,21	1,11	2,62	107,21	1.11	2.62
P97	333	79,2	1,88	0,38	2,04	1,88	0.38	2.04
P98	219	352,6	-114,3	1,19	2,95	-131,3	1.36	3.80
P99	210	110,2	8,77	0,92	7,09	9	0.94	7.44
P100	559	79,2	-3,16	0,64	5,33	-3,16	0.64	5.33
P101	506	141	16,81	0,98	6,06	16,81	0.98	6.06
P102	363	66	2,05	0,4	2,75	2,05	0.40	2.75
P103	247	110,2	8,45	0,88	6,58	8,45	0.88	6.58
P104	305	66	1,39	0,4	2,82	1,39	0.40	2.82
P105	378	79,2	2,14	0,43	2,57	2,14	0.43	2.57
P106	250	277,6	72,18	1,22	4,09	72,18	1.22	4.09
P107	78,9	277,6	73,12	1,24	4,21	73,12	1.24	4.21
P108	557	277,6	66,41	1,14	3,64	66,41	1.14	3.64
P109	183,1	66	1,03	0,3	1,64	1,03	0.30	1.64
P110	360	277,6	43,59	0,71	1,73	45,61	0.75	1.88

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

P111	166	110,2	-8,9	0,9	6,84	-8,9	0.90	6.84
P112	732	440,6	259,6	1,7	4,41	275,9	1.80	4.93
P113	547	110,2	-10,21	1,06	9,37	-10,34	1.08	9.59
P114	547	110,2	15,32	1,6	9,85	15,36	1.60	9.95
P115	604	110,2	-3,75	0,39	1,46	-3,76	0.39	1.47
P116	135	110,2	7,03	0,74	4,72	7,73	0.81	5.62
P118	89	110,2	3,99	0,42	1,65	3,99	0.42	1.65
P119	198,2	79,2	1,93	0,39	2,14	1,93	0.39	2.14
P120	106,4	55,4	-0,84	0,35	2,6	-0,84	0.35	2.60
P121	40,6	110,2	-6,77	0,71	4,45	-6,77	0.71	4.45
P122	138,8	110,2	4,28	0,45	1,87	4,31	0.45	1.89
P123	275,2	55,4	0,5	0,27	1,01	0,5	0.27	1.01
P124	192,6	66	1,54	0,45	3,46	1,54	0.45	3.46
P125	138,7	55,4	-0,81	0,33	2,43	-0,81	0.33	2.43
P126	46	79,2	3,65	0,75	7,15	3,65	0.75	7.15
P127	201	55,4	-0,66	0,27	1,68	-0,66	0.27	1.68
P128	533,6	352,6	-136,2	1,39	3,98	-151,2	1.55	4.82
P129	301,1	66	1,1	0,32	1,85	1,1	0.32	1.85
P130	498,9	66	0,84	0,34	1,12	0,84	0.34	1.12
P131	104	79,2	3,17	0,64	5,35	3,17	0.64	5.35
P132	255	66	1,44	0,42	3,02	1,44	0.42	3.02
P133	394	79,2	1,99	0,4	2,26	1,99	0.40	2.26
P134	229,5	79,2	2,66	0,54	3,88	2,66	0.54	3.88
P135	507	79,2	-1,74	0,35	1,76	-1,74	0.35	1.76
P136	114	277,6	81,44	1,37	5,11	81,44	1.37	5.11
P137	389,7	110,2	5	0,54	2,63	5	0.54	2.63
P138	282,5	79,2	-3,28	0,6	4,71	-3,28	0.60	4.71
P139	46,3	220,4	23,88	0,6	1,42	23,88	0.60	1.42
P140	37,7	141	18,53	1,13	7,91	18,53	1.13	7.91
P141	301	79,2	-4,6	0,86	9,19	-4,6	0.86	9.19
P142	74	96,8	-5,58	0,75	5,76	-5,58	0.75	5.76
P143	89	110,2	-16,47	1,62	10,35	-16,47	1.62	10.35
P144	78,6	110,2	-17,2	1,69	7,07	-17,2	1.69	7.07
P145	79	66	0,44	0,68	7,45	0,44	0.68	7.45
P146	149,4	55,4	0,84	0,34	2,58	0,84	0.34	2.58
P147	120	66	2,67	0,73	8,52	2,67	0.73	8.52
P148	289	96,8	-6,39	0,67	4,66	-6,39	0.67	4.66
P149	157	141	-10,19	0,57	2,21	-10,19	0.57	2.21
P150	436,2	79,2	-2,15	0,41	2,34	-2,15	0.41	2.34
P151	335,8	66	0,72	0,3	1,62	0,72	0.30	1.62
P152	136,2	141	11,25	0,69	3,18	11,25	0.69	3.18
P153	202	141	12,4	1,2	8,77	12,4	1.20	8.77

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

P154	340	79,2	1,92	0,39	2,12	1,92	0,39	2.12
P155	114	55,4	0,64	0,31	2,77	0,64	0,31	2.77
P156	150	55,4	0,84	0,25	1,42	0,84	0,25	1.42
P157	180	66	1,01	0,3	1,58	1,01	0,30	1.58
P158	106	55,4	0,59	0,97	23,17	0,59	0,97	10.17
P159	104	55,4	0,58	0,38	4,09	0,58	0,38	4.09
P160	95	55,4	0,53	0,35	3,46	0,53	0,35	3.46

d) Les cotes piézométriques et pressions :

Les cotes piézométriques et les pressions dans le réseau de distribution calculé sont données dans le tableau suivant :

Tableau V.4: Cotes et pression des nœuds

Nœuds	Elévation	demande	Cas de pointe		Cas de pointe + incendie	
			Cote piezo	Pression	Cote piezo	Pression
Node ID	m	LPS	m	mce	m	mce
N2	13	0,57	48.56	35.56	46.74	33.74
N3	12	0,52	48.23	36.23	46.41	34.41
N4	16	0,57	48.54	32.54	46.72	30.72
N5	16	0,62	48.49	32.49	46.67	30.67
N6	14	1,29	48.53	34.53	46.71	32.71
N7	14	1,51	48.69	34.69	46.87	32.87
N8	15	1,65	48.97	33.97	47.14	32.14
N9	15	2,96	49.51	34.51	47.68	32.68
N11	14	0,94	51.05	37.05	49.23	35.23
N12	17	1,23	51.07	34.07	49.24	32.24
N13	19	0,49	50.12	31.12	48.29	29.29
N14	24	0,74	50.11	26.11	48.28	24.28
N15	24	1,47	50.38	26.38	48.55	24.55
N16	21	0,66	49.84	28.84	48.01	27.01
N17	21	0,6	50.31	29.31	48.48	27.48
N18	23	1,19	50.46	27.46	48.64	25.64
N19	23	3	50.04	27.04	48.21	25.21
N20	23	1,18	50.76	27.76	48.94	25.94
N22	16	3,18	51.28	35.28	49.46	33.46
N23	17	3,5	51.56	34.56	49.73	32.73
N24	23	0,84	45.96	22.96	44.13	21.13
N25	24	0,68	45.95	21.95	44.13	20.13
N26	25	0,62	46.13	21.13	44.31	19.31
N29	24	1,77	46.17	22.17	44.34	20.34
N30	24	2,48	46.30	22.30	44.48	20.48

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

N32	24	3,16	47.65	23.65	45.82	21.82
-----	----	------	-------	-------	-------	-------

Nœuds	Elevation	Demand	Cas de pointe		Cas de pointe + incendie	
			Cote piezo	Pression	Cote piezo	Pression
Node ID	m	LPS	m	mce	m	mce
N33	23	0,88	47.55	24.55	45.73	22.73
N34	21,7	0,44	46.77	25.07	44.94	23.24
N35	22,8	2,57	47.36	24.56	45.53	22.73
N36	23	2,55	47.90	24.90	46.08	23.08
N38	20	1,98	47.99	27.99	46.17	26.17
N39	19,2	0,84	48.13	28.93	46.31	27.11
N40	19	2,35	48.43	29.43	46.60	27.60
N41	16,4	2,55	50.16	33.76	48.34	31.94
N42	22	0,68	53.76	31.76	51.94	29.94
N43	16	0,85	53.57	37.57	51.74	35.74
N44	18	1,56	53.98	35.98	52.15	34.15
N45	10,9	0,77	52.84	41.94	51.02	40.12
N46	12	1,62	52.07	40.07	50.25	38.25
N47	18	1,43	53.56	35.56	51.73	33.73
N48	12,8	4,05	53.15	40.35	51.33	38.53
N49	13	4,73	54.32	41.32	52.50	39.50
N50	19,6	1,13	55.15	35.55	53.32	33.72
N51	11	1,35	54.88	43.88	53.06	42.06
N52	11	6,01	55.53	44.53	53.71	42.71
N53	12,1	4,68	55.94	43.84	54.11	42.01
N54	11,5	1,88	56.26	44.76	54.44	42.94
N56	11	5,28	56.94	45.94	55.12	44.12
N57	4	9,76	53.73	49.73	53.23	49.23
N58	1,9	1,86	59.14	57.24	58.21	56.31
N59	5	10,29	53.63	48.63	53.26	48.26
N60	14	4,45	58.26	44.26	57.99	43.99
N61	14,1	1,23	58.37	44.27	58.11	44.01
N62	13	4,41	66.33	53.33	66.10	53.10
N63	15,4	2,95	66.16	50.76	65.93	50.53
N64	20,8	2,17	64.67	43.87	64.37	43.57
N65	10,8	10,37	65.82	55.02	65.69	54.89
N66	0,2	3,16	56.82	56.62	55.89	55.69
N67	23	4,31	61.72	38.72	61.42	38.42
N68	6,6	7,38	59.54	52.94	59.20	52.60
N69	6,1	7	61.88	55.78	61.64	55.54

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds	Elévation	Demande	Cas de pointe		Cas de pointe + incendie	
			Cote piezo	Pression	Cote piezo	Pression
Node ID	m	LPS	m	mce	m	mce
N70	8	5,1	57.59	49.59	55.95	47.95
N71	2,8	11,71	56.03	53.23	55.95	53.15
N72	8	4,11	60.42	52.42	59.41	51.41
N73	8	3,87	61.17	53.17	60.30	52.30
N74	3	3,98	58.55	55.55	57.70	54.70
N75	6,3	9,49	56.66	50.36	56.57	50.27
N76	3,8	4,37	61.33	57.53	60.53	56.73
N77	8	7,67	62.13	54.13	61.42	53.42
N78	4	4,08	59.57	55.57	58.72	54.72
N79	1,6	3,45	60.08	58.48	59.14	57.54
N80	23	10,9	67.78	44.78	67.74	44.74
N81	3,7	1,58	61.42	57.72	60.64	56.94
N82	7,6	6,94	67.01	59.41	66.89	59.29
N83	8,6	8,14	64.71	56.11	64.56	55.96
N84	4,3	0,84	58.16	53.86	57.31	53.01
N85	6	13,42	58.20	52.20	57.71	51.71
N86	7,4	12,74	58.84	51.44	58.47	51.07
N89	1,8	2,61	60.35	58.55	59.45	57.65
N90	2,8	3,78	60.70	57.90	59.85	57.05
N91	1,5	5,54	59.80	58.30	58.87	57.37
N92	51	9,69	68.60	17.60	68.57	17.57
N93	8,1	3,18	58.29	50.19	56.82	48.72
N94	3,7	5,04	61.57	57.87	60.81	57.11
N95	9	5,33	60.31	51.31	59.30	50.30
N96	7	1,58	58.12	51.12	56.66	49.66
N97	14,3	8,94	65.36	51.06	65.03	50.73
N98	8,1	3,27	58.30	50.20	56.84	48.74
N99	10	7,13	61.52	51.52	60.80	50.80
N100	20	3,45	56.59	36.59	56.35	36.35
N101	22,7	4,55	60.08	37.38	59.78	37.08
N102	15,9	3,49	57.93	42.03	57.64	41.74
N103	14	0,68	57.71	43.71	57.42	43.42
N104	25	6,34	59.66	34.66	59.35	34.35
N105	12	1,44	58.06	46.06	57.76	45.76
N106	18	3,56	58.83	40.83	58.53	40.53
N107	17	0,61	58.68	41.68	58.37	41.37
N108	21,8	6,7	60.42	38.62	60.18	38.38
N109	15	4,28	58.87	43.87	58.61	43.61
N110	19	6,29	67.45	48.45	67.34	48.34

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Nœuds Node ID	Elévation m	demande LPS	Cas de pointe		Cas de pointe + incendie	
			Cote piezo m	Pression mce	Cote piezo m	Pression mce
N111	3,2	4,53	61.16	57.96	60.38	57.18
N112	5	2,57	59.50	54.50	58.72	53.72
N113	7,5	4,79	66.81	59.31	66.69	59.19
N114	8	6,31	54.52	46.52	52.88	44.88
N115	10,8	2,05	53.52	42.72	51.88	41.08
N116	7,7	4,92	52.89	45.19	51.25	43.55
N117	11	1,39	52.03	41.03	50.39	39.39
N118	9	2,14	51.92	42.92	50.28	41.28
N119	16	4,26	55.36	39.36	53.53	37.53
N120	16,5	4,06	54.33	37.83	52.51	36.01
N121	18	3,62	54.00	36.00	52.18	34.18
N123	15	4,81	51.97	36.97	50.15	35.15
N124	3	1,03	60.05	57.05	59.15	56.15
N125	9	7,29	56.92	47.92	56.83	47.83
N126	3,4	2,65	61.02	57.62	60.24	56.84
N127	4	3,27	60.74	56.74	59.96	55.96
N128	6	3,01	57.45	51.45	55.99	49.99
N129	8	2,18	57.79	49.79	56.33	48.33
N130	11,3	5,11	59.75	48.45	58.74	47.44
N131	22,6	6,39	60.62	38.02	59.91	37.31
N132	18	2,07	51.49	33.49	49.67	31.67
N133	21	2,68	51.20	30.20	49.37	28.37
N134	20	1,92	49.31	29.31	47.49	27.49
N135	23	0,64	47.33	24.33	45.51	22.51
N136	16	1,01	49.22	33.22	47.40	31.40
N137	14	0,59	47.05	33.05	45.23	31.23
N138	12	0,53	48.20	36.20	46.38	34.38
N139	17,8	0,58	48.11	30.31	46.28	28.48

Remarque :

On peut observer qu'après les modifications apportées sur le réseau, notamment la suppression de certaines ramifications et l'ajout de mailles à l'ajustement des diamètres des conduites, les pressions et les vitesses se sont stabilisées, permettant de satisfaire les besoins de l'ensemble des agglomérations et des services publics.

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

Les figures ci-dessous représentent le résultat de la simulation du réseau projeté pour les deux cas :

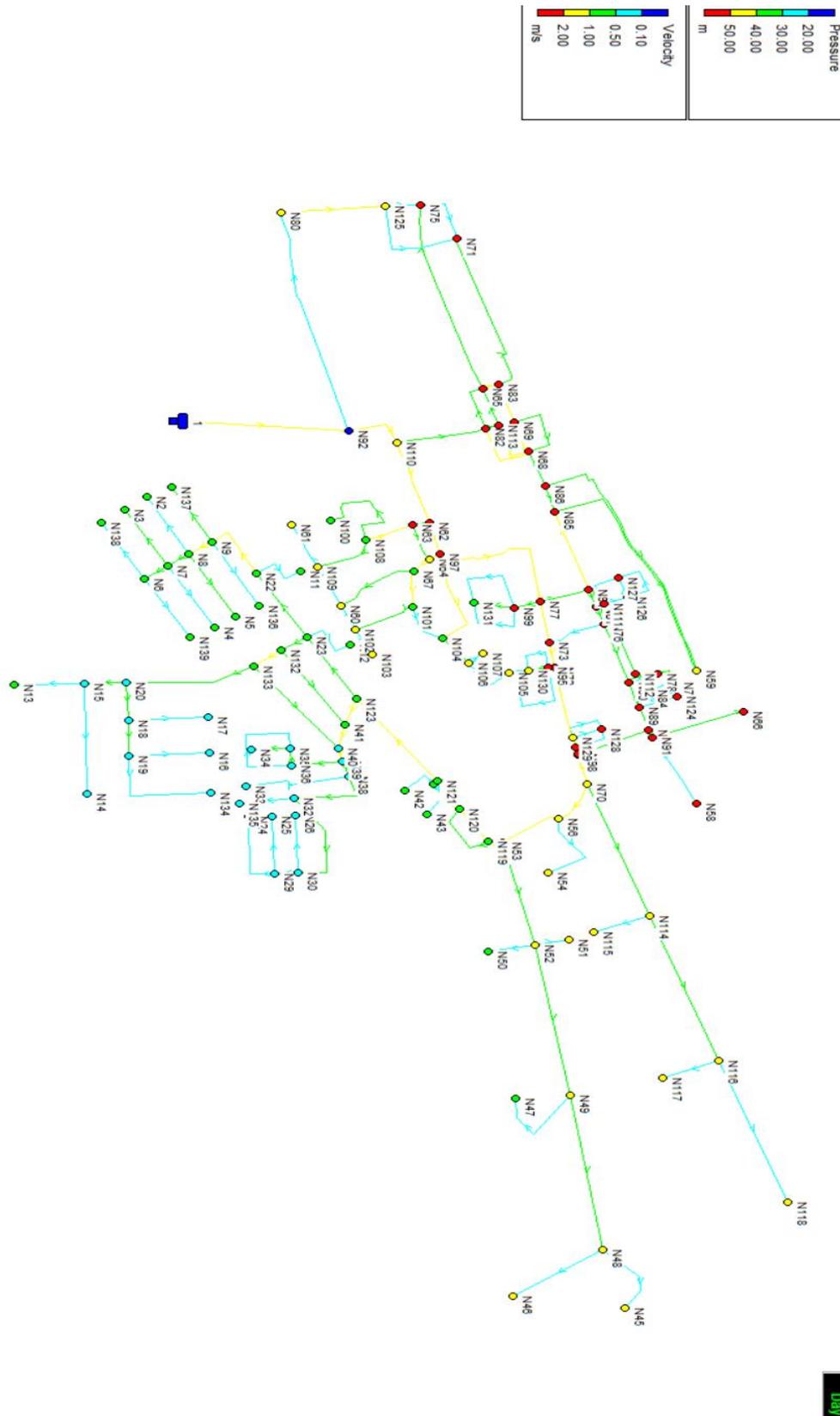
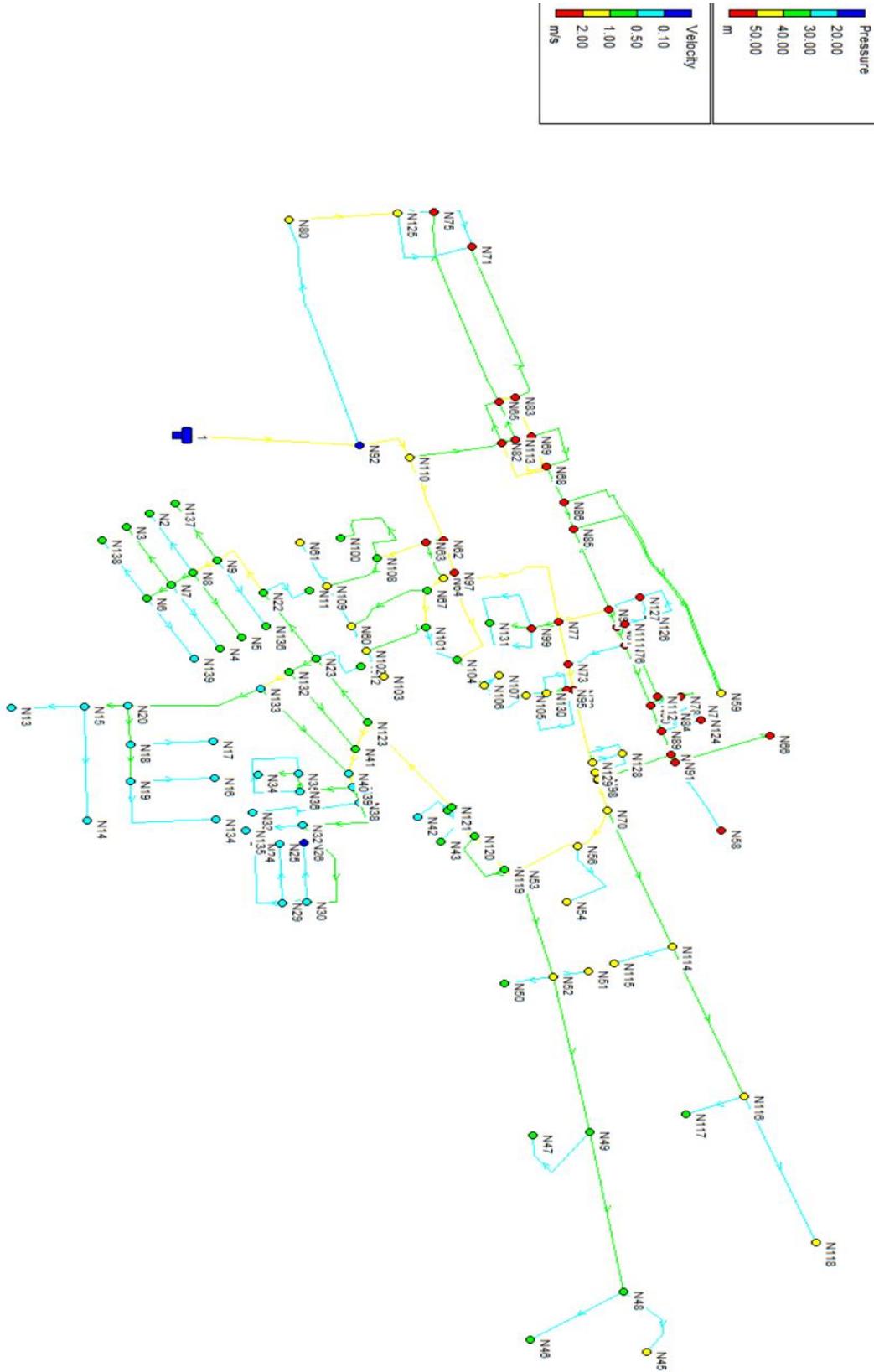


Figure V.4: Résultats de simulation cas de pointe

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP



069

Figure V.5: Résultats de simulation cas de pointe+ incendie

V.8 Interprétation des résultats :

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

Tableau V.5: comparaison entre le réseau existant et le réseau projeté

	Réseau avant le dimensionnement	Réseau après le dimensionnement
Type de réseau	mixte	mixte
type de matériaux de conduite	fonte, AMC et PEHD	PEHD
nombre de réservoir	1	2
Nombre des nœuds de pression inférieure à 1 bar	192	0
Nombre des nœuds avec Pression supérieure à 6 bars	19	0
Nombre des tronçons avec vitesse $0,1\text{m/s} < V < 0,3\text{m/s}$	73	8
Nombre des tronçons avec vitesse $V < 0,1\text{m/s}$	53	0
Nombre des tronçons avec vitesse $V > 2\text{m/s}$	19	0

Pour le réseau projeté :

Suite à la projection d'un autre réseau de distribution, nous constatons que :

- Les pressions sont acceptables entre 1 bar et 6 bars donc nous n'avons pas besoin de stations de surpresseur.
- La majorité des vitesses sont comprises entre (0,3 et 1,5 m/s), sauf dans quelques tronçons « ramifications » où les vitesses sont inférieures à 0,3 m/s, à cause de la faible demande en eau.
- Diamètre variant entre 63 mm et 630 mm

Conclusion

Ce chapitre a mis en évidence une simulation du réseau de distribution restructuré avec le logiciel Epanet. Les résultats de la simulation de notre système ont permis de vérifier le bon fonctionnement des nœuds et des arcs (pressions et vitesses admissibles), ce qui garantit la satisfaction des besoins en eau des habitants de la zone desservie. Créer des nouvelles mailles afin d'assurer une répartition optimale des vitesses et des pressions. Les canalisations sont fabriquées en PEHD (polyéthylène haute densité) de type PN 10 et présentent des diamètres variables en fonction des besoins hydrauliques. Cela permet d'assurer le bon fonctionnement du réseau.

Chapitre VI : Les accessoires et pièces spéciales

Introduction :

Les accessoires et pièces spéciales en AEP sont des composants essentiels pour la construction, la maintenance et la réparation des réseaux de distribution d'eau potable. Ces éléments permettent d'assurer l'étanchéité, la régulation du débit, le contrôle de la pression et la sécurité des installations.

VI.1 Les accessoires du réseau

Les organes et accessoires installés dans un réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP) revêtent une importance cruciale pour plusieurs raisons essentielles :

- Assurer un bon écoulement.
- Réguler les pressions et mesurer les débits.
- Protéger les canalisations.
- Purger les canalisations.
- Vidanger les canalisations.
- Changer les sens d'écoulement.

VI.1.1 : Les Robinets-Vannes

Il existe plusieurs types de robinets, chacun ayant une fonction bien déterminée. Le choix du type de robinet se fait en fonction des besoins du réseau.

VI.1.1.1 : Robinet vanne à opercule

Ces appareils de sectionnement doivent être entièrement ouverts ou fermés. Ils sont plus encombrants que les vannes papillon



FigureVI.1: Robinet vanne a opercule

VI.1.1.2 : Les vannes papillons

Les vannes papillons servent à la fois au sectionnement et au réglage des débits. Elles offrent des avantages indéniables : légèreté, faible encombrement, facilité de manœuvre et faibles pertes de charge, ce qui les rend particulièrement adaptées pour les applications de régulation de débit sur les conduites de départ de réservoirs.



FigureVI.2 : Vanne papillon

VI.1.1.3 : Les vannes d'altitude :

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



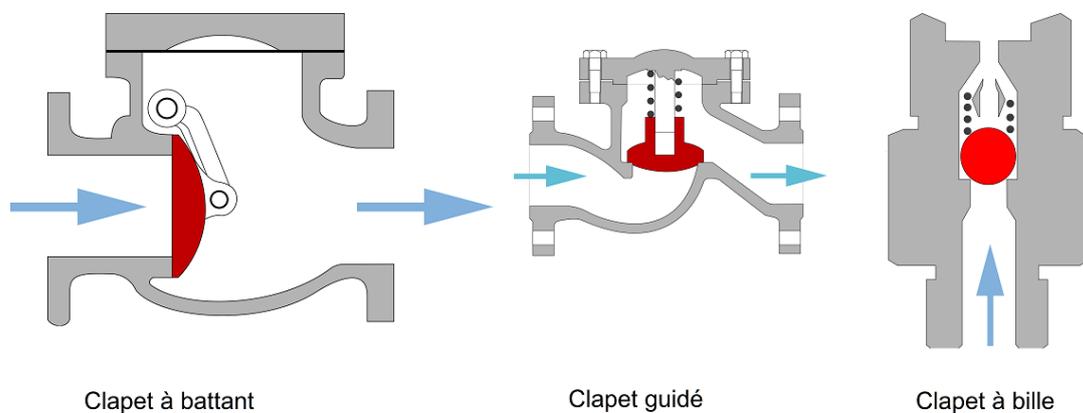
FigureVI.3 : Vanne d'altitude

VI.1.1.4 : Les robinets de décharge :

Disposé aux points bas pour la vidange des conduites. Cette évacuation s'effectue à l'égout voisin ou dans un fossé de la route (hors de la ville).

VI.1.2 : Les Clapets

Le clapet assure le passage de l'eau dans un seul sens sous sa poussée, s'ouvrant automatiquement pour empêcher le retour en sens inverse. Couramment utilisé dans les stations de pompage, il est installé sur la conduite de refoulement des pompes, entre celles-ci et les robinets de sectionnement. On en trouve également sur les canalisations de distribution.



FigureVI.4 : Les différents types de clapet anti retour

VI.1.3 : Les ventouses

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



FigureVI.5 : Ventouse

VI.1.4 : Les régulateurs de pression

Ce sont des dispositifs de vannage qui ajustent automatiquement une perte de charge variable afin de maintenir une pression constante en aval.

- Le réglage du clapet est directement assuré par la pression aval agissant sur un piston ou une membrane, contrebalançant l'effet d'un ressort ou d'un contrepoids.
- Les régulateurs de pression aval limitent la pression dans les canalisations en pente, réduisant ainsi les contraintes mécaniques.
- Les régulateurs de pression amont, similaires aux régulateurs aval mais inversés, sont réglés par la pression amont. Ils maintiennent une pression suffisante dans une conduite gravitaire.



FigureVI.6 : Régulateur de pression

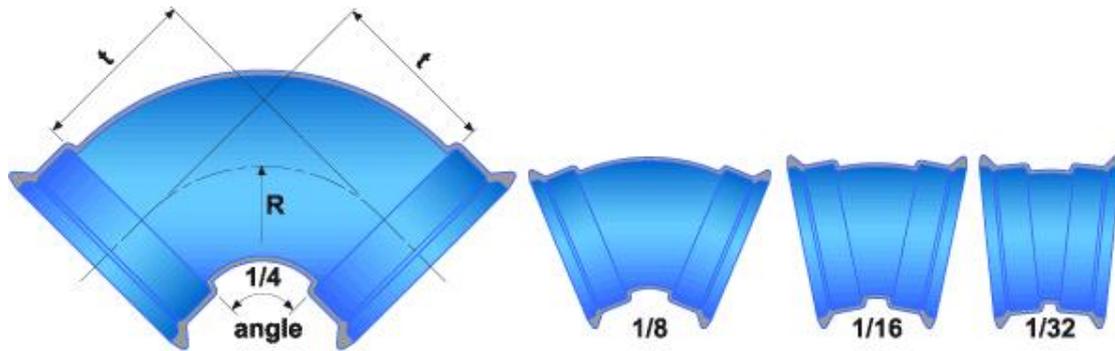
VI.2 Les pièces spéciales

Les pièces spéciales sont utiles pour :

- Une déviation d'une partie d'écoulement.
- Une introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire.
- Changement de diamètre de la conduite.
- Changement de direction de la conduite.

VI.2.1 : les coudes

Les coudes sont des composants utilisés pour modifier la direction d'une conduite. Ils sont maintenus par des massifs de butés bien dimensionnés.



FigureVI.7 : Les coudes

VI.2.2 : les cônes

Les cônes sont utilisés pour raccorder des conduites de diamètres différents. Ils sont souvent installés à proximité des vannes de robinet et aux points d'entrée et de sortie des pompes.



FigureVI.8 : Cône

VI.2.3 : Les croix de jonction

Utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les deux manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents.



FigureVI.9 : Croix de jonction

VI.2.4 : Les manchons

On les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires (robinet vannes, au niveau de certains joints).



FigureVI.10 : Manchon

VI.2.5 : Les tés

Ils sont employés pour prélever ou ajouter un débit supplémentaire dans une canalisation.



FigureVI.11 : tes

VI.2.6 : By-pass

Utilisé pour :

- Faciliter la manœuvre de la vanne à fermeture lente.
- Remplir à débit réduit, la conduite avant sa mise en service.
- Relier la conduite d'arrivée à la conduite de départ du réservoir.

VI.3 : Conclusion

Les accessoires et pièces spéciales en alimentation en eau potable jouent un rôle crucial dans l'efficacité et la sécurité des systèmes de distribution d'eau. Que ce soit pour réguler la pression, faciliter les raccordements ou ajuster les débits, ces éléments assurent un fonctionnement optimal du réseau tout en prévenant les problèmes liés à la surpression, aux fuites ou aux variations de débit. Leur utilisation appropriée contribue à la fiabilité et à la durabilité des infrastructures d'approvisionnement en eau, garantissant ainsi un service de qualité pour les utilisateurs finaux.

Chapitre VII : Management et organisation de chantier

Introduction

Pour garantir le succès optimal de notre projet, il est essentiel de planifier une organisation de chantier efficace. Cette planification a pour objectif de coordonner les différentes tâches et de définir les étapes nécessaires pour assurer une exécution rapide et ordonnée des travaux.

VII.1 Pose de canalisation :

- Les canalisations sont généralement posées en tranchée à l'exception de certains cas où elles sont posées sur sol à condition d'être rigoureusement entretenues et protégées.
- Si la canalisation est posée en tranchée. Celle-ci doit être suffisamment large de façon à permettre l'entrée des ouvriers. Le fond doit avoir été réglé et nivelé conformément au profil en long définitif de la conduite.
- La tranchée devra présenter un élargissement au niveau des joints (niches).
- L'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel. En général, elle est de 1 m dans les régions tempérées et de 1,25 à 1,50 m dans les régions à climat rigoureux.
- Une conduite doit toujours être posée de façon à créer des points bas pour la vidange et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dents de scie avec des pentes de quelques mm par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 m.
- Les canalisations doivent être éloignées lors de la pose de tout élément dur d'environ 10 cm, de 30 cm des câbles électriques et de 60 cm des canalisations de gaz. [3]

VII.1.1 Types de pose de canalisation :

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

- Pose de canalisation dans un terrain ordinaire ;
- Pose de canalisation dans un terrain peu consistant ;
- Pose canalisation dans un terrain marécageux ;
- Pose de canalisation en galerie ;
- Traversée d'une rivière ;
- Pose canalisation sans ouverture de tranchée ;

VII.2 Les différents travaux à entreprendre :

VII.2.1 Travaux concernant un réseau d'alimentation en eau potable :

Les tâches qui composent les travaux à effectuer pour la mise en œuvre comprennent :

- ✓ Implantation des traces des tranchées sur le terrain ;
- ✓ Décapage de la couche végétal ou goudron
- ✓ Excavation des tranchées ;
- ✓ Pose du lit de sable ;
- ✓ Pose des conduites ;

CHAPITRE VII : MANAGEMENT ET ORGANISATION DE CHANTIER

- ✓ Epreuve de joint et de canalisation ;
- ✓ Remblaiement des tranchées ;
- ✓ Nivellement et compactage ;

VII.2.2 Travaux concernant le réservoir :

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

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

VII.3 Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation :

VII.3.1 Longueur des canalisations requises

Les résultats sont résumés dans le tableau VII.1.

Tableau VII.1. Quantité des canalisations requises

DN (mm)	Dint (mm)	Longueur (m)
63	55,4	3040,9
75	66	4984,6
90	79,2	7844,7
110	96,8	394,2
125	110,2	7555,2
160	141	7260,6
250	220,4	1956,3
315	277,6	2947,3
400	352,6	2438,4
500	440,6	911,9
630	555,2	958

La longueur totale requise pour les canalisations est :

$$L_T = 40292,1 \text{ m}$$

VII.3.2 Volume de décapage de la couche végétale ou goudron :

La relation suivante donne le volume de la couche à décaper :

$$V_c = B \times L \times e \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

Avec :

V_c : volume de décapage (m³)

B : largeur de la tranchée, ($B = D + 0.6$) (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

e : épaisseur de la couche ($e=0.2$ m) ;

L : longueur totale de tranchées (m) ;

VII.3.3 Volume de déblai :

Le volume du déblai excavé sera calculé par les sections partielles des tranchées de chaque diamètre par les relations suivantes :

- **Le volume du déblai :**

$$V_D = S_D * L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

Avec :

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

- **La section du déblai :**

$$S_D = B_{tr} * H_{tr} \text{ (m}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.3)}$$

Avec :

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

- **Largeur de la tranchée :**

Elle sera déterminée en tenant compte du diamètre de la conduite, avec un espace de 0.30 m de chaque côté pour permettre une exécution aisée des travaux.

$$B_{tr} = D_{ext} + (0.3 \times 2) \dots\dots\dots \text{(VII.4)}$$

CHAPITRE VII : MANAGEMENT ET ORGANISATION DE CHANTIER

Avec :

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

- **Profondeur de la tranchée :**

$$\mathbf{Htr = Dext + H + e_s \dots \dots (VII.5)}$$

Avec :

- **Htr** : la profondeur de la tranchée (m) ;
- **e_s** : épaisseur de lit de la pose [10 à 30cm] on prend **e_s** =0.2m ;
- **H** : distance verticale au-dessus de la génératrice supérieure de La conduite [80 à 120cm]. On prend H=1m ;
- **Dext** : diamètre de la conduite (m)

Donc : **Htr** = 0,2+D+ 1.0 = Dext +1,2

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

Tableau VII.2 : calcul du volume du déblai

DN (mm)	Longueur (m)	Btr (m)	Htr (m)	Sd (m ²)	Vd (m ³)
63	3040,9	0,663	1,263	0,837	2546,35
75	4984,6	0,675	1,275	0,860	4289,87
90	7844,7	0,69	1,29	0,890	6982,56
110	394,2	0,71	1,31	0,930	366,64
125	7555,2	0,725	1,325	0,960	7257,71
160	7260,6	0,76	1,36	1,033	7504,55
250	1956,3	0,85	1,45	1,232	2411,13
315	2947,3	0,915	1,515	1,386	4085,62
400	2438,4	1	1,6	1,6	3901,44
500	911,9	1,1	1,7	1,87	1705,25
630	958	1,23	1,83	2,250	2156,36

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

$$\mathbf{Vd = 43207,525 \text{ m}^3}$$

VII.3.4 Volume du lit de sable

Le volume de lit de sable est calculé par :

$$V_s = B_{tr} * e_s * L \text{ (m3)} \dots \dots \dots \text{(VII.6)}$$

Avec :

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

On résume le calcul dans le tableau VII.3

Tableau VII.3: volume du lit de sable

DN (mm)	Longueur (m)	Btr (m)	e _s (m)	Vs (m3)
63	3040,9	0,663	0,2	403,22
75	4984,6	0,675	0,2	672,92
90	7844,7	0,69	0,2	1082,56
110	394,2	0,71	0,2	55,97
125	7555,2	0,725	0,2	1095,50
160	7260,6	0,76	0,2	1103,61
250	1956,3	0,85	0,2	332,57
315	2947,3	0,915	0,2	539,35
400	2438,4	1	0,2	487,68
500	911,9	1,1	0,2	200,61
630	958	1,23	0,2	235,66

Le volume total du lit de sable est : $V_s = 6209,697 \text{ m}^3$

VII.3.5 Volume de la conduite

Une fois les travaux d'excavation de la tranchée terminés et le lit de sable mis en place, la pose des conduites peut débuter. La connaissance de la section des conduites est essentielle pour déterminer le volume de remblais nécessaire

$$S_c = \frac{\pi * D^2}{4} \dots \dots \dots \text{(VII.7)}$$

Avec :

- **S_c** : section de la conduite (m2).
- **D** : diamètre de la conduite (m).

$$V_c = S_c \cdot L \dots \dots \dots (\text{VII.8})$$

- V_c : volume de la conduite (m³)

On résume le calcul dans le tableau VII.4

Tableau VII.4: volume de la conduite

DN (mm)	Longueur (m)	Sc (m ²)	Vc (m ³)
63	3040,9	0,003	9,47
75	4984,6	0,004	22,01
90	7844,7	0,006	49,88
110	394,2	0,009	3,74
125	7555,2	0,0122	92,66
160	7260,6	0,020	145,90
250	1956,3	0,049	95,98
315	2947,3	0,077	229,56
400	2438,4	0,125	306,26
500	911,9	0,196	178,96
630	958	0,311	298,48

Le volume total de la conduite est : $V_c = 1432,942 \text{ m}^3$

VII.3.6 Volume de remblai compacté :

Le volume de remblai est obtenu en soustrayant le volume occupé par la conduite, ajouté au volume du lit de sable, du volume de déblai.

$$V_r = V_d - (V_s + V_c) \text{ (m3)} \dots \dots \dots (\text{VII.9})$$

Avec :

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

Le calcul du volume du remblai est représenté dans le tableau VII.5

Tableau VII.5: volume du remblai

DN (mm)	Vd (m ³)	Vs (m ³)	Vc (m ³)	Vr (m ³)
63	2546,355	403,223	9,474	2133,65
75	4289,871	672,921	22,010	3594,94
90	6982,567	1082,568	49,880	5850,11
110	366,645	55,976	3,744	306,92
125	7257,714	1095,504	92,669	6069,54
160	7504,556	1103,611	145,909	6255,03
250	2411,139	332,571	95,981	1982,58
315	4085,620	539,355	229,570	3316,69
400	3901,440	487,68	306,263	3107,49
500	1705,253	200,618	178,960	1325,67
630	2156,362	235,668	298,480	1622,21

Le volume total du remblai est : Vr = 35564,88 m³

VII.4 Devis quantitatif et estimatif réseau de distribution :

Voici les montants totaux pour les différents volumes de travaux de terrassement et la pose de canalisations selon chaque diamètre présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII.7 : Devis quantitatif et estimatif de l'exécution

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m ³)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Pose de canalisation				
Terrassement				
Décapage terre végétal	M ³	6209,69	400	2483878,97
Déblais	M ³	43 207,53	500	21 603 763
Lit de sable	M ³	6 209,70	1 200	7 451 637
Remblais	M ³	35564,88	400	14 225 954
Conduites				
Fourniture et pose des canalisations PN10-63mm	ML	3040,9	531	1 614 718
Fourniture et pose des canalisations PN10-75mm	ML	4984,6	749	3 733 465
Fourniture et pose des canalisations PN10-90mm	ML	7844,7	1094	8 582 102
Fourniture et pose des canalisations PN10-110mm	ML	394,2	1635	644 517

CHAPITRE VII : MANAGEMENT ET ORGANISATION DE CHANTIER

Fourniture et pose des canalisations PN10-125mm	ML	7555,2	2 015	15 227 052
Fourniture et pose des canalisations PN10-160mm	ML	7260,6	3300	23 959 254
Fourniture et pose des canalisations PN10-250mm	ML	1956,3	8015	15 679 608
Fourniture et pose des canalisations PN10-315mm	ML	2947,3	12750	37 577 132
Fourniture et pose des canalisations PN10-400mm	ML	2438,4	14 500	35 356 800
Fourniture et pose des canalisations PN10-500mm	ML	911,9	16 000	14 590 400
Fourniture et pose des canalisations PN10-630mm	ML	958	19 800	18 968 400
Total hors taxe DA				221 698 680,73
TVA (19%) DA				42 122 749,34
Le cout total DA				263 821 430,1

(Source : algerie.prix-construction.info)

VII.5 Calcul des volumes des travaux de réservoir R 1500 :

Le réservoir projeté d'une capacité de 1500 m³ a un diamètre intérieur de 18 m et une hauteur de 6 m.

- La profondeur d'excavation est de 2 m ;
- Le diamètre d'excavation doit être supérieur à celui du réservoir de 2 m (1m de part et d'autre) ;
- L'épaisseur du lit de tout venant est de : 0,3 m ;
- L'épaisseur du béton de propreté est de : 0,15 m ;
- L'épaisseur du radier du réservoir est de : 0,45 m ;
- L'épaisseur du voile du réservoir est de : 0,25 m ;
- La ceinture supérieure est de section rectangulaire 0,45*0,35 m² ;
- L'épaisseur de la coupole est de 0,1 m ;
- L'acrotère a 0,3 m de hauteur et 0,08 m d'épaisseur ;
- La chambre de manœuvre aura les dimensions suivantes :
- La longueur est de 12 m ;
- La largeur est de 8 m ;
- La hauteur est de 6 m ;
- Les murs enterrés sont en béton armé de 0,25 m d'épaisseur sur une profondeur de 2m ;
- La dalle de à 0,15 m d'épaisseur repose sur 6 poteaux est 3 ceintures ;
- Les poteaux sont de forme carrée (0,3*0,3 m²) et les ceintures de forme rectangulaire (0,3*0,45 m²).

VII.5.1 Volume du décapage :

$$V_{dec} = \left(\left(\frac{\pi * D_{exc}^2}{4} \right) + (L_{exc} * l_{exc}) \right) * e_{dec} \dots \dots (VII.10)$$

Avec :

- Vdec : volume total des décapages (m3) ;
- D : diamètre d’excavation (m), Dexc = Dext + 2 ;
- Dext : diamètre extérieur du radier du réservoir (m),
- Lexc : longueur d’excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- lexc : largeur d’excavation pour la chambre de manœuvre (m) ;
- e_{dec}: épaisseur de décapage (m), e = 0.2 m

Tableau VII.8: Volume de décapage de réservoir projeté.

	D int (m)	Dext (m)	Dexc (m)	Lexc (m)	lexc (m)	e _{dec}	Vdec (m ³)
Réservoir projeté	18	19	21	12	8	0.2	88.47

VII.5.2 Volume total des déblais

Correspond à la somme des volumes des déblais des réservoirs et de leurs chambres de manœuvre.

$$V_{dec} = \left(\left(\frac{\pi * D_{exc}^2}{4} \right) + (L_{exc} * l_{exc}) \right) * h_{exc} \dots \dots (VII.11)$$

Avec :

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

Tableau VII.9: Volume de déblai de réservoir projeté.

	Dexc (m)	Lexc (m)	lexc (m)	h _{exc} (m)	Vd (m ³)
Réservoir projeté	21	12	8	2	884.72

VII.5.3 Volume de tout venant :

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

$$V_{tv} = \frac{\pi \cdot D_{exc}^2}{4} * h_{tv} \dots \dots \dots (VII.12)$$

Avec :

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

Tableau VII.10: volume de tout venant de réservoir projeté

	D _{exc} (m)	h _{tv} (m)	V _{tv} (m ³)
Réservoir projeté	21	0.3	103.91

VII.5.4 Volume de béton de propreté

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

$$V_{bp} = \frac{\pi \cdot D_{bp}^2}{4} * e_{bp} \dots \dots \dots (VII.13)$$

Avec :

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

Tableau VII.11: volume de béton de propreté de réservoir projeté

	D _{ext} (m)	D _{bp} (m)	e _{bp} (m)	V _{bp} (m ³)
Réservoir projeté	19	20	0.15	47.12

VII.5.5 Volume du béton armé

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

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

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

$$V_{ba} = \frac{\pi \cdot (D_{ext}^2 - D_{int}^2)}{4} * H \dots \dots \dots (VII.14)$$

Avec :

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

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau VIII.12

Tableau VII.12 Calcul du volume du béton armé du réservoir

Eléments	Dext(m)	Dint(m)	H(m)	Vba
Radier	19		0,45	127,58
Voiles	18,4	18	6	68,61
Ceintures supérieures	18,4	18	0,5	5,71
Acrotères	18,4	18	0,3	3,43
			TOTAL	205,33

• **Coupoles :**

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

$$R_{moy} = \frac{f^2 + (\frac{D}{2})^2}{2*f} \dots\dots\dots(VII.15)$$

Avec :

- R : rayon de la coupole (m) ;
- D : diamètre du réservoir (m), D = 18 m ;
- f : flèche de la coupole (m), f = 1,5 m ;

Et de volume :

$$V_c = 2 * R * \pi * f * e_c \dots\dots\dots(VII.16)$$

Avec :

- V_c : volume du béton armé de la coupole (m²) ;
- e_c : épaisseur de la coupole (m), $e_c = 0,15$ m.

Tableau VII.13 : Calcul du volume du béton armé pour la coupole du réservoir

	D(m)	R_{moy} (m)	V_c (m)
Réservoir projeté	18	27.75	36.97

Le volume total du béton armé de réservoir est tel que 205.33 + 36.97 soit 242.3 m³, que l'on majore à **243 m³**.

VII.5.6 Volume du remblai compacté

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

$$V_{remblai} = \frac{\pi * (D_{exc}^2 - D_{ext}^2)}{4} * h_{exc} \dots\dots\dots(VII.17)$$

Avec :

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

Tableau VII.14 : Calcul du volume du remblai compacté

	D_{int} (m)	D_{ext} (m)	D_{exc} (m)	h_{exc} (m)	V_{rem} (m)
Réservoir projeté	18	19	21	2	125.66

VII.5.7 Devis estimatif des travaux de réservoir :

Tableau VII.15: Devis estimatif des travaux des réservoirs

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Décapage	M ³	88,47	300	26541
Volume déblai	M	884,72	300	265416
Volume tout venant	M	103,91	600	62346
Volume béton de propreté	M	47,12	5000	235600
Volume béton armé	M	243	20000	4860000
Volume de remblai	M	125,66	300	37698
			TOTAL	5487601

Tableau VII.16: Récapitulatif du devis estimatif du projet.

Désignation des travaux	Total hors taxe DA	TVA (19%) DA	Le cout total DA
Pose de canalisation	221 698 680,73	42 122 749,34	263 821 430,1
Réservoir	5487601	1042644,19	6 530 245,19
MONTANT GLOBAL TTC			270 351 675,3

Le coût total du projet est estimé à : **deux cent soixante-dix millions trois cent cinquante et un mille six cent soixante-quinze virgule trois dinar algérien**

VII.6 Planification des travaux :

Avant de commencer les travaux sur le chantier, il est nécessaire de réaliser une planification. Cela implique une étude théorique visant à déterminer la meilleure utilisation de la main-d'œuvre et des autres ressources. L'objectif de cette planification est de garantir que tout le travail sera effectué dans un ordre optimal, le plus rapidement et économiquement possible.

VII.6.1 Les différentes tâches de réalisation :

VII.6.1.1 Les principales opérations pour le réseau de distribution :

Les tâches à effectuer pour la mise en place du réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que leurs durées d'exécution respectives, sont présentées dans le tableau ci-dessus.

Tableau VII.17: Les opérations principales à réaliser et leurs durées

Notation	Opération	Durée (J)
A	Décapage de la couche de goudron	15
B	Exécution des tranchées du réseau	75
C	Pose du lit de sable	25
D	Pose des conduites	50
E	Montage et raccordement des conduites	40
F	Essais d'étanchéités	15
G	Remblayage des tranchées	35
H	Nivellement et compactage	20

VII.6.1.2 Planification par la méthode du réseau (la méthode CPM) :

Le chemin critique (Critical Path Method ou CPM) est une technique de gestion de projet permettant d'identifier les tâches essentielles à l'achèvement du projet. Les nœuds et les flèches représentent des tâches et le flux temporel. Le chemin critique correspond à la plus longue séquence d'activités devant être complétées dans les délais pour terminer le projet dans son ensemble.

CHAPITRE VII : MANAGEMENT ET ORGANISATION DE CHANTIER

- **Détermination du chemin critique :**

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

TR : temps de réalisation ;

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DCPP : date de commencement au plus tard ;

DFP : date de finition au plus tôt ;

DFPP : date de finition au plus tard ;

MT : marge totale ;

$$DFP = DCP + TR \dots \dots \dots (VII.17)$$

$$DCPP = DFPP - TR \dots \dots \dots (VII.18)$$

- **Chemin critique :**

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

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

Tableau VII.18 : Les opération des travaux (précède, succède)

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

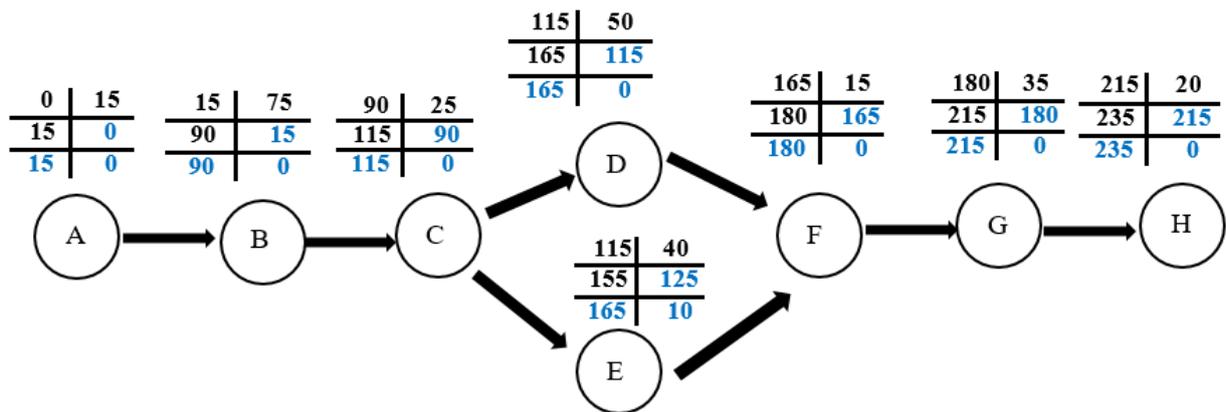


Figure VII.1: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réseau de distribution

Chemin critique ➔ (A-B-C-D-F-G-H)

La durée totale pour la réalisation du réseau d'AEP est DTR = 235 jours.

VII.6.1.3 Les principales opérations pour le réservoir :

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

Tableau VII.19: Les opérations principales à réaliser et leurs durées

Notation	Opération	Durée (J)
A	Décapage	1
B	Excavation	2
C	Pose de tout venant	3
D	Coulage du béton de propreté	2
E	Coulage du béton armé de radier	30
F	Coulage béton armé de la voile du réservoir	20
G	Coulage béton armé du ceinture supérieur du réservoir	15
H	Coulage béton armé de la coupole	28

CHAPITRE VII : MANAGEMENT ET ORGANISATION DE CHANTIER

I	Remblayage et compactage	3
J	Maçonnerie et finition générale	10
K	nettoyage	3

- **Chemin critique :**

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

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

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

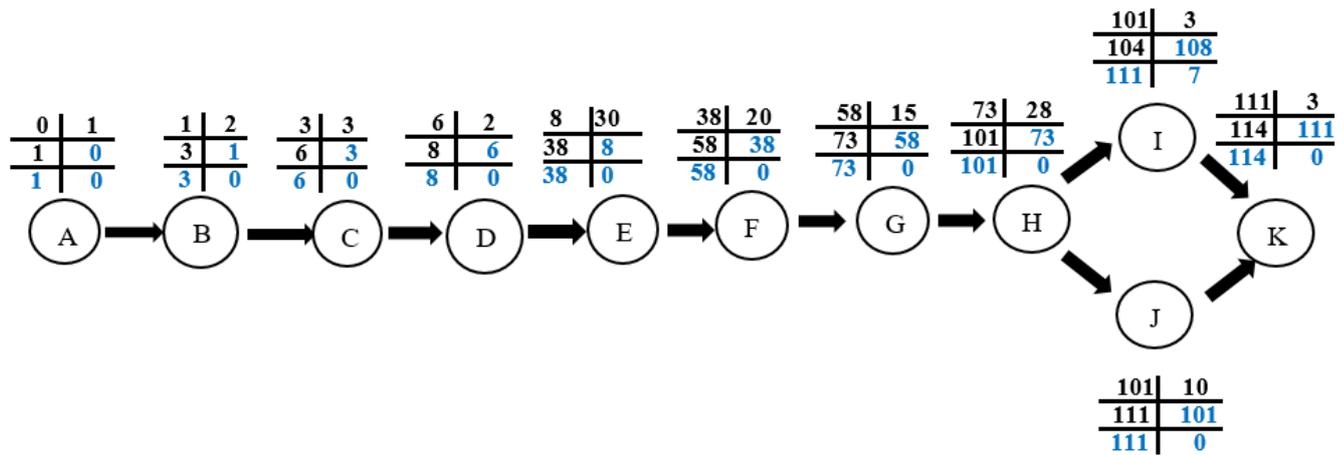


Figure VII.2: Réseaux à nœuds et calcul du temps de réalisation du réservoir

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

La durée totale pour la réalisation du réservoir est DTR = 114 jours

VII.7 Les engins utilisés :

L'utilisation stratégique des engins mécaniques a permis de réduire significativement le coût et la durée des travaux. Parmi les engins utilisés sur le chantier sont : [3]

- **Le bulldozer :**

Le bulldozer est un engin d'excavation et de refoulement qui se compose d'un tracteur sur chenilles ou sur pneus, muni à l'avant d'une lame horizontale perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur (sens de la marche), il joue un rôle essentiel dans les opérations de terrassement en poussant, nivelant et déplaçant divers matériaux. La lame est fixée au châssis par deux forts longerons autorisant un mouvement de montée et de descente commandé par vérins hydrauliques.

- **La pelle hydraulique**

La pelle hydraulique, également connue sous le nom d'excavatrice ou de pelleuse, est un engin de chantier imposant utilisé pour creuser, charger et déplacer des matériaux. Elle se compose d'une structure rotative, appelée tourelle, supportant un bras articulé muni d'un godet à son extrémité.

- **Le chargeur :**

Le chargeur, également appelé **chargeuse sur pneus**, est un engin de chantier essentiel pour le transport et le chargement de matériaux. Il se distingue par sa robustesse, sa maniabilité et sa capacité à travailler sur des terrains variés. Il joue un rôle essentiel dans le remblayage des excavations et des tranchées après l'installation de conduites.

- **Le compacteur :**

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

- **La niveleuse**

La niveleuse est un engin utilisé pour les terrassements légers. Elle est soit tractée, et on l'appelle GRADER, Soit automotrice, et on l'appelle MOTORGRADER. Cette dernière est beaucoup plus utilisée. La niveleuse comporte un châssis sur 4 à 6 roues à pneus au centre duquel est fixée une lame mobile. Cette lame peut prendre les positions les plus diverses

VII.8 Conclusion

Au cours de ce chapitre, l'estimation des volumes des travaux afin de déterminer le coût total du projet, qui s'élève à **270 351 675,3 DA**. De plus, nous avons établi une planification détaillée des travaux, estimant la durée de réalisation de la pose de canalisation à **235** jours et le réservoir à **114** jours.

Cette estimation comporte le coût de réalisation de l'ensemble des travaux de terrassements ainsi que les équipements hydrauliques nécessaires pour le bon fonctionnement du système d'AEP projeté.

Conclusion générale

Le présent projet a eu comme objectif la restructuration du réseau d'AEP de la commune de Bordj El Kiffan Ouest, wilaya d'Alger.

Au cours de ce travail, une estimation des besoins en eau à l'horizon 2054 a été faite en prenant en considération l'évolution future de la zone d'étude. Nous avons établi par la suite un diagnostic physique et hydraulique du réseau existant, ce qui nous a permis de constater l'insuffisance des ressources alimentant la zone. Nous avons également identifié et localisé les différents problèmes de fonctionnement du réseau de distribution, et ce, en effectuant une simulation étalée sur le logiciel EPANET.

Les ouvrages de stockage sont dimensionnés selon les besoins en eau estimés. Il a donc été prévu un réservoir d'une capacité de 1500 m³.

Après avoir simulé la situation actuelle pour l'année 2024, nous avons observé que le réseau présente des déséquilibres significatifs en termes de pression et de vitesse. Nous avons identifié des zones où la pression est inférieure à 1 bar, ainsi que des points où elle dépasse largement ce seuil. En ce qui concerne les vitesses, une grande partie du réseau fonctionne à des vitesses faibles ne dépassant pas 0,3 m/s.

Nous avons conçu un nouveau tracé de réseau visant à garantir une répartition optimale de la pression. Pour ce faire, nous avons remplacé les conduites en FD par des conduites en PEHD, avec des diamètres allant de 63 mm à 630 mm PN10. Cela permet d'assurer une distribution équilibrée des vitesses et des pressions dans le réseau. D'après la simulation hydraulique, le nouveau réseau projeté assure une pression adéquate lors des périodes de forte demande et en cas d'incendie, ainsi qu'une vitesse appropriée dans les tronçons principaux et secondaires. Cela garantit le bon fonctionnement global du réseau.

Enfin, pour réaliser la restructuration du réseau de distribution d'eau potable de la population de la commune de Bordj El Kiffan Ouest, un coût de 270 351 675,3 DA et une durée de réalisation d'environ 11 mois et 18 jours.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] **Salah, B.** « Polycopie d'alimentation en eau potable », Edition ENSH, 2014.

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

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

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

Etude de la direction des ressources en eau de la wilaya d'Alger

Prix en Algérie de m de tube en polyéthylène, algerie.prix-construction.info

Mémoires :

HIMRANE.A Etude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville de Bouharoun (W. Tipaza)

ANNEXE :

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

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

Annexe IV.1 : Les caractéristiques et l'état des conduites actuelles du réseau

Tronçons	Matériau	diamètres	Longueurs	Observation
		mm	m	
P1	FD	150	28	Mauvais état
P2	FD	100	28	Mauvais état
P3	FD	150	21	Mauvais état
P4	FD	150	17	Mauvais état
P5	FD	150	12	Mauvais état
P6	FD	150	6	Mauvais état
P7	FD	150	3	Mauvais état
P8	FD	150	3	Mauvais état
P10	FD	300	227	Mauvais état
P11	FD	100	192	Mauvais état
P12	FD	300	180	Mauvais état
P13	FD	200	177	Mauvais état
P14	FD	100	296	Mauvais état
P15	FD	100	194	Mauvais état
P16	FD	200	142	Mauvais état
P17	FD	200	136	Mauvais état
P18	FD	80	207	Mauvais état
P19	FD	80	120	Mauvais état
P20	FD	200	77	Mauvais état
P21	FD	150	98	Mauvais état
P22	FD	150	51	Mauvais état
P23	AG	50	60	Mauvais état
P24	FD	150	47	Mauvais état
P25	FD	200	41	Mauvais état
P26	FD	100	130	Mauvais état
P28	FD	100	45	Mauvais état
P29	FD	100	11	Mauvais état
P30	FD	100	30	Mauvais état
P31	FD	100	96	Mauvais état
P33	FD	100	93	Mauvais état
P34	FD	100	38	Mauvais état
P35	FD	100	21	Mauvais état
P36	FD	100	70	Mauvais état
P37	FD	100	99	Mauvais état
P38	FD	100	77	Mauvais état
P39	FD	100	79	Mauvais état
P40	FD	100	245	Mauvais état
P41	FD	100	114	Mauvais état
P42	FD	100	52	Mauvais état
P43	FD	100	92	Mauvais état
P44	FD	100	40	Mauvais état
P45	FD	100	92	Mauvais état

P46	FD	100	27	Mauvais état
P47	FD	100	35	Mauvais état
P48	FD	100	15	Mauvais état
P49	FD	100	90	Mauvais état
P50	FD	100	88	Mauvais état
P51	FD	100	184	Mauvais état
P52	FD	100	64	Mauvais état
P53	FD	100	190	Mauvais état
P54	FD	100	43	Mauvais état
P55	FD	100	13	Mauvais état
P56	FD	100	88	Mauvais état
P57	FD	100	188	Mauvais état
P58	FD	100	113	Mauvais état
P59	FD	100	62	Mauvais état
P60	FD	100	454	Mauvais état
P61	FD	100	196	Mauvais état
P62	FD	100	363	Mauvais état
P63	FD	100	132	Mauvais état
P64	FD	100	122	Mauvais état
P65	FD	100	247	Mauvais état
P68	FD	100	122	Mauvais état
P69	FD	100	267	Mauvais état
P70	FD	100	124	Mauvais état
P71	FD	100	108	Mauvais état
P72	FD	200	236	Mauvais état
P73	FD	100	611	Mauvais état
P74	FD	100	201	Mauvais état
P75	FD	100	219	Mauvais état
P76	FD	200	338	Mauvais état
P77	FD	100	607	Mauvais état
P78	FD	300	524	Mauvais état
P79	FD	300	254	Mauvais état
P80	FD	400	334	Mauvais état
P81	FD	100	51	Mauvais état
P82	FD	100	356	Mauvais état
P83	FD	100	438	Mauvais état
P84	FD	150	1821	Mauvais état
P85	FD	150	297	Mauvais état
P86	FD	150	1726	Mauvais état
P87	FD	150	513	Mauvais état
P88	FD	200	111	Mauvais état
P89	FD	200	110	Mauvais état
P90	FD	200	267	Mauvais état
P91	FD	200	304	Mauvais état
P92	FD	100	59	Mauvais état
P93	FD	100	272	Mauvais état

P94	FD	100	455	Mauvais état
P95	FD	100	273	Mauvais état
P96	FD	100	1171	Mauvais état
P97	AMC	200	1510	Mauvais état
P98	FD	150	571	Mauvais état
P99	FD	200	214	Mauvais état
P100	AMC	200	63	Mauvais état
P101	FD	100	363	Mauvais état
P102	FD	100	86	Mauvais état
P103	FD	100	254	Mauvais état
P104	FD	100	1100	Mauvais état
P105	FD	100	368	Mauvais état
P106	FD	100	687	Mauvais état
P107	FD	400	1381	Mauvais état
P108	FD	100	530	Mauvais état
P109	FD	100	39	Mauvais état
P110	FD	100	142	Mauvais état
P111	FD	100	101	Mauvais état
P112	FD	300	155	Mauvais état
P113	FD	200	46	Mauvais état
P114	FD	150	185	Mauvais état
P115	FD	100	358	Mauvais état
P116	FD	100	6	Mauvais état
P118	FD	150	330	Mauvais état
P119	PEHD	80	86	Bon état
P120	FD	200	134	Mauvais état
P121	PEHD	80	101	Bon état
P122	PEHD	80	92	Bon état
P123	PEHD	80	83	Bon état
P124	PEHD	80	72	Bon état
P125	PEHD	80	111	Bon état
P126	PEHD	80	102	Bon état
P127	PEHD	80	30	Bon état
P128	PEHD	80	44	Bon état
P129	PEHD	80	36	Bon état
P130	PEHD	80	180	Bon état
P131	PEHD	80	42	Bon état
P132	FD	200	151	Mauvais état
P133	FD	100	166	Mauvais état
P134	FD	100	218	Mauvais état
P135	PEHD	150	87	Bon état
P136	PEHD	80	131	Bon état
P137	PEHD	150	29	Bon état
P138	PEHD	150	69	Bon état
P139	PEHD	80	117	Bon état
P140	PEHD	80	116	Bon état

P141	PEHD	80	107	Bon état
P142	PEHD	150	37	Bon état
P143	PEHD	150	37	Bon état
P144	PEHD	150	31	Bon état
P145	PEHD	80	87	Bon état
P146	PEHD	80	86	Bon état
P147	PEHD	80	130	Bon état
P148	PEHD	80	156	Bon état
P149	PEHD	80	70	Bon état
P150	PEHD	150	98	Bon état
P151	PEHD	150	24	Bon état
P152	PEHD	150	34	Bon état
P153	PEHD	150	39	Bon état
P154	PEHD	80	192	Bon état
P155	PEHD	80	128	Bon état
P156	PEHD	150	3	Bon état
P157	FD	200	195	Mauvais état
P158	FD	200	206	Mauvais état
P160	PEHD	80	108	Bon état
P161	PEHD	80	121	Bon état
P162	PEHD	80	111	Bon état
P164	PEHD	80	42	Bon état
P165	PEHD	80	40	Bon état
P166	PEHD	80	35	Bon état
P167	PEHD	80	48	Bon état
P168	PEHD	80	150	Bon état
P169	PEHD	80	84	Bon état
P170	PEHD	80	94	Bon état
P171	PEHD	80	75	Bon état
P172	PEHD	80	156	Bon état
P174	PEHD	80	62	Bon état
P176	PEHD	80	34	Bon état
P177	PEHD	80	72	Bon état
P178	PEHD	80	40	Bon état
P179	PEHD	80	76	Bon état
P180	PEHD	80	138	Bon état
P181	PEHD	80	171	Bon état
P182	PEHD	80	157	Bon état
P183	PEHD	80	136	Bon état
P184	PEHD	150	105	Bon état
P185	PEHD	150	156	Bon état
P186	PEHD	150	38	Bon état
P187	PEHD	150	7	Bon état
P188	PEHD	150	26	Bon état
P189	PEHD	150	24	Bon état
P190	PEHD	150	28	Bon état

P191	PEHD	150	23	Bon état
P192	PEHD	80	68	Bon état
P193	PEHD	80	121	Bon état
P194	PEHD	80	151	Bon état
P195	PEHD	80	3	Bon état
P196	FD	100	137	Mauvais état
P197	FD	100	287	Mauvais état
P198	FD	100	254	Mauvais état
P199	FD	150	293	Mauvais état
P200	FD	150	290	Mauvais état
P201	FD	100	200	Mauvais état
P202	FD	100	240	Mauvais état
P203	FD	150	333	Mauvais état
P204	FD	200	82	Mauvais état
P205	FD	200	382	Mauvais état
P206	FD	100	333	Mauvais état
P207	FD	200	219	Mauvais état
P208	FD	100	210	Mauvais état
P209	FD	100	559	Mauvais état
P210	FD	300	181	Mauvais état
P211	FD	300	324	Mauvais état
P212	FD	100	100	Mauvais état
P213	FD	100	193	Mauvais état
P214	FD	100	49	Mauvais état
P215	FD	100	191	Mauvais état
P216	FD	100	44	Mauvais état
P217	FD	100	130	Mauvais état
P218	FD	100	166	Mauvais état
P219	FD	150	506	Mauvais état
P220	FD	100	243	Mauvais état
P221	FD	150	247	Mauvais état
P222	FD	100	246	Mauvais état
P223	FD	150	378	Mauvais état
P224	FD	150	81	Mauvais état
P225	FD	200	19	Mauvais état
P226	FD	200	250	Mauvais état
P227	FD	200	79	Mauvais état
P228	FD	100	148	Mauvais état
P229	FD	100	263	Mauvais état
P230	FD	200	367	Mauvais état
P231	FD	100	141	Mauvais état
P232	FD	150	183	Mauvais état
P233	FD	200	360	Mauvais état
P234	AG	80	137	Mauvais état
P235	AG	80	106	Mauvais état
P236	AG	50	74	Mauvais état

P237	AG	66	88	Mauvais état
P238	FD	150	15	Mauvais état
P239	AG	80	97	Mauvais état
P240	FD	150	24	Mauvais état
P241	AG	50	50	Mauvais état
P242	AG	80	73	Mauvais état
P243	AG	66	88	Mauvais état
P244	AG	50	76	Mauvais état
P245	AG	50	66	Mauvais état
P246	AG	50	79	Mauvais état
P247	FD	150	166	Mauvais état
P248	FD	300	732	Mauvais état
P249	FD	150	41	Mauvais état
P250	FD	100	170	Mauvais état
P251	FD	100	135	Mauvais état
P252	FD	100	65	Mauvais état
P253	FD	100	139	Mauvais état
P254	FD	100	204	Mauvais état
P255	PEHD	80	151	Bon état
P256	PEHD	80	91	Bon état
P257	FD	100	68	Mauvais état
P258	FD	150	383	Mauvais état
P259	FD	400	100	Mauvais état

Annexe IV.2 : Tableau IV.4 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant cas de pointe :

Tronçon	Matériau	Diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Perte de Charge
		mm	m	LPS	m/s	m/km
P1	FD	150	28	-2,2	0,12	0,16
P2	FD	100	28	-6,31	0,8	8,12
P3	FD	150	21	1,01	0,06	0,04
P4	FD	150	17	-1,63	0,09	0,09
P5	FD	150	12	1,55	0,09	0,08
P6	FD	150	6	-1,18	0,07	0,05
P7	FD	150	3	-3,85	0,22	0,45
P8	FD	150	3	62,39	1,99	19,33
P10	FD	300	227	92,52	1,31	5,56
P11	FD	100	192	-4,92	0,63	5,12
P12	FD	300	180	145,68	2,06	12,9
P13	FD	200	177	67,22	2,14	22,19
P14	FD	100	296	0,77	0,1	0,17
P15	FD	100	194	0,05	0,01	0
P16	FD	200	142	-14,17	0,45	1,24

P17	FD	200	136	-12,49	0,4	0,98
P18	FD	80	207	0,54	0,11	0,25
P19	FD	80	120	-0,31	0,06	0,09
P20	FD	200	77	-23,91	0,76	3,27
P21	FD	150	98	-3,08	0,17	0,3
P22	FD	150	51	3,31	0,19	0,34
P23	AG	50	60	0,16	0,08	0,19
P24	FD	150	47	2,05	0,12	0,14
P25	FD	200	41	-4,74	0,15	0,16
P26	FD	100	130	13,22	1,68	31,96
P28	FD	100	45	5,52	0,7	6,35
P29	FD	100	11	4,03	0,51	3,55
P30	FD	100	30	2,6	0,33	1,57
P31	FD	100	96	1,09	0,14	0,32
P33	FD	100	93	1,47	0,19	0,55
P34	FD	100	38	3,55	0,45	2,81
P35	FD	100	21	0,75	0,1	0,16
P36	FD	100	70	0,18	0,02	0,01
P37	FD	100	99	1,07	0,14	0,3
P38	FD	100	77	0,2	0,03	0,01
P39	FD	100	79	0,21	0,03	0,01
P40	FD	100	245	3,07	0,39	2,14
P41	FD	100	114	0,3	0,04	0,03
P42	FD	100	52	1,7	0,22	0,72
P43	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P44	FD	100	40	0,99	0,13	0,26
P45	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P46	FD	100	27	0,33	0,04	0,03
P47	FD	100	35	0,09	0,01	0
P48	FD	100	15	0,04	0,01	0
P49	FD	100	90	4,45	0,57	4,25
P50	FD	100	88	2,18	0,28	1,13
P51	FD	100	184	0,48	0,06	0,07
P52	FD	100	64	0,17	0,02	0,01
P53	FD	100	190	0,5	0,06	0,07
P54	FD	100	43	0,72	0,09	0,14
P55	FD	100	13	0,03	0,01	0
P56	FD	100	88	0,23	0,03	0,02
P57	FD	100	188	0,49	0,06	0,07
P58	FD	100	113	4,53	0,58	4,39
P59	FD	100	62	1,42	0,18	0,51
P60	FD	100	454	0,98	0,12	0,26
P61	FD	100	196	-3,52	0,45	2,75
P62	FD	100	363	-1,72	0,22	0,73
P63	FD	100	132	3,65	0,46	2,94
P64	FD	100	122	0,32	0,04	0,03

P65	FD	100	247	-3,14	0,4	2,23
P68	FD	100	122	0,32	0,04	0,03
P69	FD	100	267	3,6	0,46	2,87
P70	FD	100	124	2,02	0,26	0,99
P71	FD	100	108	0,28	0,04	0,03
P72	FD	200	236	15,6	0,5	1,48
P73	FD	100	611	1,59	0,2	0,63
P74	FD	100	201	-6,67	0,85	9,01
P75	FD	100	219	2,27	0,29	1,23
P76	FD	200	338	10,92	0,35	0,77
P77	FD	100	607	-3,38	0,43	2,56
P78	FD	300	524	-171,62	2,43	17,47
P79	FD	300	254	45,86	0,65	1,52
P80	FD	400	334	-220,38	1,75	6,84
P81	FD	100	51	0,13	0,02	0,01
P82	FD	100	356	3,22	0,41	2,34
P83	FD	100	438	-2,57	0,33	1,54
P84	FD	150	1821	-4,74	0,27	0,66
P85	FD	150	297	10,96	0,62	3,13
P86	FD	150	1726	4,49	0,25	0,6
P87	FD	150	513	-11,21	0,63	3,27
P88	FD	200	111	-16,8	0,53	1,7
P89	FD	200	110	12,13	0,39	0,93
P90	FD	200	267	30,33	0,97	5,08
P91	FD	200	304	-14,31	0,46	1,26
P92	FD	100	59	3,94	0,5	3,4
P93	FD	100	272	0,71	0,09	0,14
P94	FD	100	455	1,18	0,15	0,37
P95	FD	100	273	-0,71	0,09	0,14
P96	FD	100	1171	1,4	0,18	0,5
P97	AMC	200	1510	7,12	0,23	0,35
P98	FD	150	571	-11,79	0,67	3,59
P99	FD	200	214	10,94	0,35	0,77
P100	AMC	200	63	35,99	1,15	6,98
P101	FD	100	363	2,68	0,34	1,67
P102	FD	100	86	7,44	0,95	11,02
P103	FD	100	254	2,07	0,26	1,04
P104	FD	100	1100	1,61	0,21	0,65
P105	FD	100	368	3,63	0,46	2,92
P106	FD	100	687	4,98	0,63	5,24
P107	FD	400	1381	-10,72	0,09	0,03
P108	FD	100	530	1,38	0,18	0,49
P109	FD	100	39	-1,37	0,17	0,48
P110	FD	100	142	0,37	0,05	0,04
P111	FD	100	101	0,26	0,03	0,02
P112	FD	300	155	76,42	1,08	3,91

P113	FD	200	46	-3,29	0,1	0,08
P114	FD	150	185	1,41	0,08	0,07
P115	FD	100	358	0,34	0,04	0,04
P116	FD	100	6	4,96	0,63	5,21
P118	FD	150	330	0,86	0,05	0,03
P119	PEHD	79,2	86	0,22	0,05	0,05
P120	FD	200	134	0,35	0,01	0
P121	PEHD	80	101	0,26	0,05	0,07
P122	PEHD	80	92	0,24	0,05	0,06
P123	PEHD	80	83	0,22	0,04	0,05
P124	PEHD	80	72	0,19	0,04	0,03
P125	PEHD	80	111	0,29	0,06	0,06
P126	PEHD	80	102	0,27	0,05	0,06
P127	PEHD	80	30	0,89	0,18	0,51
P128	PEHD	80	44	2,09	0,42	2,51
P129	PEHD	80	36	3,4	0,69	6,18
P130	PEHD	80	180	0,47	0,1	0,16
P131	PEHD	80	42	4,99	1,01	12,57
P132	FD	200	151	6,19	0,2	0,27
P133	FD	100	166	0,43	0,06	0,06
P134	FD	100	218	0,57	0,07	0,09
P135	PEHD	150	87	0,23	0,01	0
P136	PEHD	80	131	0,34	0,07	0,09
P137	PEHD	150	29	1,21	0,08	0,05
P138	PEHD	150	69	0,18	0,01	0
P139	PEHD	80	117	0,31	0,06	0,07
P140	PEHD	80	116	0,3	0,06	0,07
P141	PEHD	80	107	0,28	0,06	0,06
P142	PEHD	150	37	1,07	0,07	0,04
P143	PEHD	150	37	1,86	0,12	0,12
P144	PEHD	150	31	2,6	0,17	0,23
P145	PEHD	80	87	0,23	0,05	0,04
P146	PEHD	80	86	0,22	0,05	0,04
P147	PEHD	80	130	0,34	0,07	0,09
P148	PEHD	80	156	0,41	0,08	0,12
P149	PEHD	80	70	0,18	0,04	0,03
P150	PEHD	150	98	4,22	0,27	0,55
P151	PEHD	150	24	4,9	0,31	0,73
P152	PEHD	150	34	6,32	0,4	1,17
P153	PEHD	150	39	7,63	0,49	1,66
P154	PEHD	80	192	0,5	0,1	0,18
P155	PEHD	80	128	0,33	0,07	0,08
P156	PEHD	150	3	9,41	0,6	2,45
P157	FD	200	195	7,96	0,25	0,43
P158	FD	200	206	19,56	0,62	2,25
P160	PEHD	80	108	0,28	0,06	0,06

P161	PEHD	80	121	0,31	0,06	0,08
P162	PEHD	80	111	0,29	0,06	0,06
P164	PEHD	80	42	1,46	0,3	1,29
P165	PEHD	80	40	2,3	0,47	3
P166	PEHD	80	35	3,07	0,62	5,13
P167	PEHD	80	48	-0,12	0,03	0,01
P168	PEHD	80	150	3,81	0,77	7,61
P169	PEHD	80	84	0,22	0,04	0,04
P170	PEHD	80	94	4,88	0,99	12,06
P171	PEHD	80	75	0,19	0,04	0,03
P172	PEHD	80	156	0,41	0,08	0,12
P174	PEHD	80	62	0,16	0,03	0,02
P176	PEHD	80	34	0,88	0,18	0,51
P177	PEHD	80	72	0,19	0,04	0,03
P178	PEHD	80	40	1,45	0,29	1,28
P179	PEHD	80	76	2,14	0,44	2,63
P180	PEHD	80	138	0,36	0,07	0,1
P181	PEHD	80	171	0,44	0,09	0,14
P182	PEHD	80	157	0,41	0,08	0,12
P183	PEHD	80	136	0,35	0,07	0,09
P184	PEHD	150	105	0,27	0,02	0
P185	PEHD	150	156	6,08	0,39	1,09
P186	PEHD	150	38	7,39	0,47	1,57
P187	PEHD	150	7	9,85	0,63	2,67
P188	PEHD	150	26	10,66	0,68	3,09
P189	PEHD	150	24	11,68	0,75	3,66
P190	PEHD	150	28	12,63	0,81	4,23
P191	PEHD	150	23	13,47	0,86	4,76
P192	PEHD	80	68	0,18	0,04	0,03
P193	PEHD	80	121	0,31	0,06	0,08
P194	PEHD	80	151	0,39	0,08	0,11
P195	PEHD	80	3	1,78	0,36	1,86
P196	FD	100	137	0,36	0,05	0,04
P197	FD	100	287	0,75	0,1	0,16
P198	FD	100	254	0,66	0,08	0,12
P199	FD	150	293	2,97	0,17	0,28
P200	FD	150	290	5,81	0,33	0,97
P201	FD	100	200	0,52	0,07	0,08
P202	FD	100	240	0,63	0,08	0,11
P203	FD	150	333	9,73	0,55	2,51
P204	FD	200	82	42,65	1,36	9,55
P205	FD	200	382	54,45	1,73	15,02
P206	FD	100	333	0,87	0,11	0,21
P207	FD	200	219	-57,75	1,84	16,75
P208	FD	100	210	6,95	0,88	9,71
P209	FD	100	559	-1,46	0,19	0,54

P210	FD	300	181	74,08	1,05	3,69
P211	FD	300	324	68,22	0,97	3,16
P212	FD	100	100	4,29	0,55	3,97
P213	FD	100	193	0,5	0,06	0,08
P214	FD	100	49	2,89	0,37	1,92
P215	FD	100	191	0,5	0,06	0,07
P216	FD	100	44	1,66	0,21	0,68
P217	FD	100	130	-0,34	0,04	0,04
P218	FD	100	166	0,43	0,06	0,06
P219	FD	150	506	7,12	0,4	1,41
P220	FD	100	243	0,63	0,08	0,11
P221	FD	150	247	3,89	0,22	0,46
P222	FD	100	246	0,64	0,08	0,12
P223	FD	150	378	0,98	0,06	0,04
P224	FD	150	81	0,21	0,01	0
P225	FD	200	19	41,96	1,34	9,27
P226	FD	200	250	35,42	1,13	6,77
P227	FD	200	79	37,53	1,19	7,54
P228	FD	100	148	5,46	0,69	6,2
P229	FD	100	263	3,65	0,46	2,95
P230	FD	200	367	34,58	1,1	6,48
P231	FD	100	141	0,37	0,05	0,04
P232	FD	150	183	0,48	0,03	0,01
P233	FD	200	360	24,42	0,78	3,4
P234	AG	80	137	0,36	0,07	0,09
P235	AG	80	106	0,28	0,05	0,06
P236	AG	50	74	0,19	0,1	0,29
P237	AG	66	88	0,23	0,07	0,1
P238	FD	150	15	-4,21	0,24	0,53
P239	AG	80	97	0,25	0,05	0,05
P240	FD	150	24	3,77	0,21	0,43
P241	AG	50	50	0,13	0,07	0,14
P242	AG	80	73	-0,19	0,04	0,03
P243	AG	66	88	0,23	0,07	0,1
P244	AG	50	76	0,2	0,1	0,3
P245	AG	50	66	0,17	0,09	0,23
P246	AG	50	79	0,21	0,1	0,32
P247	FD	150	166	-8,51	0,48	1,96
P248	FD	300	732	139,6	1,97	11,92
P249	FD	150	41	2,66	0,15	0,23
P250	FD	100	170	0,44	0,06	0,06
P251	FD	100	135	0,35	0,04	0,04
P252	FD	100	65	-0,17	0,02	0,01
P253	FD	100	139	-3,17	0,4	2,27
P254	FD	100	204	0,53	0,07	0,08
P255	PEHD	80	151	0,39	0,08	0,11

P256	PEHD	80	91	0,24	0,05	0,04
P257	FD	100	68	0,18	0,02	0,01
P258	FD	150	383	-6,3	0,36	1,12
P259	FD	400	100	-238,33	1,9	7,9

Annexe IV.3 : Tableau IV.5 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe) :

Nœuds	Elévation	Demande	Charge	Pression
ID	m	LPS	m	m
N1	14	0,35	25,56	11,56
N2	14	0,22	25,03	11,03
N3	13	0,26	24,81	11,81
N4	12	0,24	24,7	12,7
N5	12	0,22	24,69	12,69
N6	16	0,19	24,69	8,69
N7	16	0,27	24,7	8,7
N8	16	0,29	24,81	8,81
N9	16	0,47	25,01	9,01
N10	14	0,48	24,69	10,69
N11	14	0,7	24,7	10,7
N12	15	0,76	24,81	9,81
N13	15	0,9	25,03	10,03
N14	15	0,85	25,56	10,56
N15	14	0,43	25,59	11,59
N16	17	0,57	25,67	8,67
N17	19	0,23	25,5	6,5
N18	24	0,34	25,49	1,49
N19	24	0,64	25,5	1,5
N20	22	0,18	25,49	3,49
N21	20	0,31	25,48	5,48
N22	20	0,3	25,48	5,48
N23	21	0,28	25,49	4,49
N24	23	0,46	25,49	2,49
N25	23	0,58	25,49	2,49
N26	23	0,5	25,49	2,49
N27	21	0,18	25,55	4,55
N28	17	0,23	25,57	8,57
N29	19	0,41	25,55	6,55
N30	16	0,22	25,61	9,61
N31	19	0,34	25,6	6,6
N32	23	0,41	25,5	2,5
N33	21,2	0,5	25,56	4,36
N34	21	0,78	25,57	4,57
N35	18	0,75	25,61	7,61
N36	16	0,5	25,64	9,64
N37	18	0,33	25,67	7,67

N38	17	0,94	25,68	8,68
N39	16	1,33	25,6	9,6
N40	17	1,62	25,69	8,69
N41	24	0,39	22,87	-1,13
N42	23	0,28	22,88	-0,12
N43	24	0,31	22,93	-1,07
N44	25	0,29	23,05	-1,95
N45	23,9	0,12	23,24	-0,66
N47	24	0,78	22,89	-1,11
N48	24	0,53	22,94	-1,06
N49	24	0,48	23,06	-0,94
N50	22	0,61	23,24	1,24
N51	23	0,22	24,37	1,37
N52	24	0,85	24,38	0,38
N53	23	0,41	25,66	2,66
N54	22,6	0,19	25,54	2,94
N56	21,7	0,24	25,47	3,77
N57	20	0,16	25,47	5,47
N58	22	0,49	25,47	3,47
N59	20	0,19	25,49	5,49
N60	22,8	0,38	25,49	2,69
N61	23	0,5	25,54	2,54
N62	20	0,36	25,75	5,75
N63	19	0,44	25,82	6,82
N64	19	0,41	25,91	6,91
N65	19	0,35	26,03	7,03
N66	18	0,27	25,51	7,51
N67	21	0,92	25,51	4,51
N68	20	0,91	25,68	5,68
N69	19,2	0,31	25,74	6,54
N70	19	0,44	25,76	6,76
N71	17,6	0,58	25,84	8,24
N72	16,4	0,54	25,93	9,53
N73	15,5	0,49	26,04	10,54
N74	22	0,31	28,51	6,51
N75	16	0,39	28,5	12,5
N76	18	0,89	28,52	10,52
N77	10,9	0,36	30,57	19,67
N78	12	0,75	30,53	18,53
N79	18	0,66	30,63	12,63
N80	12,8	1,87	30,58	17,78
N81	13	2,18	30,66	17,66
N82	19,6	0,52	30,92	11,32
N83	11	0,63	30,91	19,91
N84	11	2,77	30,94	19,94
N85	12,1	2,08	31,78	19,68

N86	11,5	0,87	37,44	25,94
N87	11	2,43	37,51	26,51
N88	4	4,49	44,65	40,65
N89	1,9	0,86	45,52	43,62
N90	5	4,74	63,91	58,91
N91	2,3	0,77	45,08	42,78
N92	14	2,05	57,1	43,1
N93	14,1	1,42	58,64	44,54
N94	9,2	0,71	66,23	57,03
N95	13	2,03	59,77	46,77
N96	7,7	1,56	67,56	59,86
N97	15,4	1,36	59,52	44,12
N98	20,8	1	57,48	36,68
N99	2,9	0,21	45,47	42,57
N100	4,7	0,16	45,51	40,81
N101	16,2	0,54	58,59	42,39
N102	3	0,2	45,46	42,46
N103	2,6	0,13	45,51	42,91
N104	3	0,19	45,46	42,46
N105	3,7	0,36	45,47	41,77
N106	2,3	0,17	45,47	43,17
N107	10,8	4,78	67,94	57,14
N108	3,3	0,23	45,47	42,17
N109	0,2	1,46	45,23	45,03
N110	3,1	0,23	45,47	42,37
N111	23	1,99	56,98	33,98
N112	3,9	0,28	45,48	41,58
N113	4,1	0,25	45,51	41,41
N114	2,8	0,19	45,49	42,69
N115	6,6	3,4	66,05	59,45
N116	6,8	5,79	67,58	60,78
N117	6,1	2,73	66,73	60,63
N118	8	2,35	41,18	33,18
N119	2,8	4,53	66,27	63,47
N120	8	0,98	46,85	38,85
N121	8	1,79	47,46	39,46
N122	4,2	0,6	45,49	41,29
N123	6,3	4,08	67,35	61,05
N124	3,4	0,88	45,48	42,08
N125	3,8	2,02	47,08	43,28
N126	8	3,53	48,72	40,72
N127	3,4	0,53	45,52	42,12
N128	1,6	1,46	45,54	43,94
N129	23	5,56	71,17	48,17
N130	3,7	0,73	47,18	43,48
N131	7,6	2,27	68,54	60,94

N132	8,6	3,75	66,99	58,39
N133	2,7	0,42	45,49	42,79
N134	3,5	0,25	45,48	41,98
N135	3,8	0,35	45,48	41,68
N136	6	6,27	45,69	39,69
N137	2,6	0,31	45,48	42,88
N138	7,4	5,87	65,12	57,72
N139	2,7	0,33	45,48	42,78
N140	2,6	0,76	45,48	42,88
N141	3	0,33	45,51	42,51
N142	1,8	1,2	45,67	43,87
N143	2,7	0,44	45,5	42,8
N144	3,7	0,2	45,52	41,82
N145	3,7	0,52	45,52	41,82
N146	2,8	1,74	45,85	43,05
N147	16	0,31	58,63	42,63
N148	1,5	2,42	45,53	44,03
N149	51	5,85	71,21	20,21
N150	8,1	1,47	45,11	37,01
N151	3,7	2,32	47,37	43,67
N152	9	0,73	46,84	37,84
N153	7	1,53	45,13	38,13
N154	8	0,91	45,13	37,13
N155	14,3	4,12	57,45	43,15
N156	8,1	0,87	45,16	37,06
N157	10	1,46	44,57	34,57
N159	11	0,4	44,28	33,28
N160	12	0,37	44,24	32,24
N161	16	0,38	44,2	28,2
N162	11	0,71	44,25	33,25
N163	15	0,58	44,15	29,15
N164	16	0,4	44,19	28,19
N165	15	0,18	44,19	29,19
N166	15	0,66	44,21	29,21
N167	14	0,2	44,21	30,21
N168	12	0,21	44,21	32,21
N169	12,8	1,07	44,04	31,24
N170	13	0,3	44,04	31,04
N171	14,6	0,48	44,01	29,41
N172	13	0,24	44	31
N173	17,8	0,41	44	26,2
N174	13	0,24	43,99	30,99
N175	19,8	0,09	44	24,2
N176	19	0,2	44	25
N177	15	0,04	44	29
N178	17,8	1,07	43,76	25,96

N179	16	0,17	44,19	28,19
N180	18	1,2	43,66	25,66
N181	16	0,48	43,65	27,65
N182	19	0,5	43,65	24,65
N183	21	0,03	43,76	22,76
N184	20,5	0,45	43,76	23,26
N185	21,8	0,23	43,76	21,96
N186	20,9	0,49	43,75	22,85
N187	20	1,59	58,78	38,78
N188	22,7	2,1	56,45	33,75
N189	15,9	1,61	56,71	40,81
N190	14	0,32	56,71	42,71
N191	25	2,92	55,9	30,9
N193	12	0,53	54,99	42,99
N194	15	1,17	55,01	40,01
N195	12	0,32	55	43
N196	18	1,3	55,13	37,13
N197	17	0,28	55,13	38,13
N198	21,8	3,09	59,17	37,37
N199	15	1,97	58,91	43,91
N200	19	2,9	68,93	49,93
N201	11	0,13	67,56	56,56
N202	6	0,71	46,94	40,94
N203	3,19	2,05	46,98	43,79
N204	5	1,18	46,81	41,81
N205	7,56	6,14	68,1	60,54
N206	28	1,38	70,95	42,95
N207	12	0,37	46,83	34,83
N208	11	0,26	46,83	35,83
N209	6	1,58	45,11	39,11
N210	8	1,58	46,19	38,19
N211	10	0,89	45,79	35,79
N212	9	0,5	45,78	36,78
N213	10	0,74	45,7	35,7
N214	11	0,5	45,68	34,68
N215	12	0,88	45,67	33,67
N216	14	0,34	45,66	31,66
N217	11	0,43	45,66	34,66
N218	8	2,59	40,47	32,47
N219	10,8	0,63	40,44	29,64
N220	7,7	2,27	40,35	32,65
N221	11	0,64	40,33	29,33
N222	9	0,98	40,34	31,34
N223	16	0,47	30,99	14,99
N224	23	0,21	30,99	7,99
N225	16	1,09	30,82	14,82

N226	16,5	1,54	29,12	12,62
N227	18	1,17	28,53	10,53
N228	23	1,44	29,9	6,9
N229	21	0,18	28,52	7,52
N230	15	1,55	26,15	11,15
N231	20	0,37	29,89	9,89
N232	3	0,48	45,67	42,67
N233	9	0,44	45,68	36,68
N234	9	0,35	65,12	56,12
N235	5	0,17	45,11	40,11
N236	25	0,18	71,17	46,17

Annexe IV.4 : Tableau IV.6 vitesses et pertes de charges dans le réseau existant (cas de pointe + incendie) :

Tronçon	Matériau	diamètre	Longueur	Débit	Vitesse	Perte de Charge
		mm	m	LPS	m/s	m/km
P1	FD	150	28	-2,2	0,12	0,16
P2	FD	100	28	-6,35	0,81	8,22
P3	FD	150	21	1,01	0,06	0,04
P4	FD	150	17	-1,63	0,09	0,09
P5	FD	150	12	1,55	0,09	0,08
P6	FD	150	6	-1,18	0,07	0,05
P7	FD	150	3	-3,85	0,22	0,45
P8	FD	150	3	72,45	2,31	25,5
P10	FD	300	227	105,55	1,49	7,1
P11	FD	100	192	-4,91	0,63	5,11
P12	FD	300	180	161,52	2,28	15,62
P13	FD	200	177	67,22	2,14	22,19
P14	FD	100	296	0,77	0,1	0,17
P15	FD	100	194	0,05	0,01	0
P16	FD	200	142	-21,1	0,67	2,6
P17	FD	200	136	-19,43	0,62	2,23
P18	FD	80	207	0,54	0,11	0,25
P19	FD	80	120	-0,31	0,06	0,09
P20	FD	200	77	-25,07	0,8	3,57
P21	FD	150	98	-3,08	0,17	0,3
P22	FD	150	51	3,31	0,19	0,34
P23	AG	50	60	0,16	0,08	0,19
P24	FD	150	47	2,05	0,12	0,14
P25	FD	200	41	-21,74	0,69	2,74
P26	FD	100	130	13,22	1,68	31,96
P28	FD	100	45	5,52	0,7	6,35
P29	FD	100	11	4,03	0,51	3,55
P30	FD	100	30	2,6	0,33	1,57

P31	FD	100	96	1,09	0,14	0,32
P33	FD	100	93	1,47	0,19	0,55
P34	FD	100	38	3,55	0,45	2,81
P35	FD	100	21	0,75	0,1	0,16
P36	FD	100	70	0,18	0,02	0,01
P37	FD	100	99	1,07	0,14	0,3
P38	FD	100	77	0,2	0,03	0,01
P39	FD	100	79	0,21	0,03	0,01
P40	FD	100	245	3,07	0,39	2,14
P41	FD	100	114	0,3	0,04	0,03
P42	FD	100	52	1,7	0,22	0,72
P43	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P44	FD	100	40	0,99	0,13	0,26
P45	FD	100	92	0,24	0,03	0,02
P46	FD	100	27	0,33	0,04	0,03
P47	FD	100	35	0,09	0,01	0
P48	FD	100	15	0,04	0,01	0
P49	FD	100	90	4,45	0,57	4,25
P50	FD	100	88	2,18	0,28	1,13
P51	FD	100	184	0,48	0,06	0,07
P52	FD	100	64	0,17	0,02	0,01
P53	FD	100	190	0,5	0,06	0,07
P54	FD	100	43	0,72	0,09	0,14
P55	FD	100	13	0,03	0,01	0
P56	FD	100	88	0,23	0,03	0,02
P57	FD	100	188	0,49	0,06	0,07
P58	FD	100	113	4,19	0,53	3,81
P59	FD	100	62	2,47	0,31	1,43
P60	FD	100	454	1,28	0,16	0,42
P61	FD	100	196	-3,49	0,44	2,71
P62	FD	100	363	-1,86	0,24	0,85
P63	FD	100	132	3,79	0,48	3,15
P64	FD	100	122	0,32	0,04	0,03
P65	FD	100	247	-3,25	0,41	2,38
P68	FD	100	122	0,32	0,04	0,03
P69	FD	100	267	3,6	0,46	2,87
P70	FD	100	124	2,02	0,26	0,99
P71	FD	100	108	0,28	0,04	0,03
P72	FD	200	236	16,04	0,51	1,56
P73	FD	100	611	1,59	0,2	0,63
P74	FD	100	201	-7,12	0,91	10,15
P75	FD	100	219	2,27	0,29	1,23
P76	FD	200	338	11,36	0,36	0,83
P77	FD	100	607	-3,27	0,42	2,4
P78	FD	300	524	-188,62	2,67	20,81
P79	FD	300	254	45,64	0,65	1,5

P80	FD	400	334	-237,16	1,89	7,83
P81	FD	100	51	0,13	0,02	0,01
P82	FD	100	356	3,22	0,41	2,33
P83	FD	100	438	-2,57	0,33	1,54
P84	FD	150	1821	-4,74	0,27	0,66
P85	FD	150	297	10,96	0,62	3,13
P86	FD	150	1726	4,49	0,25	0,6
P87	FD	150	513	-11,21	0,63	3,27
P88	FD	200	111	-20,77	0,66	2,52
P89	FD	200	110	16,1	0,51	1,57
P90	FD	200	267	34,3	1,09	6,38
P91	FD	200	304	-17,27	0,55	1,79
P92	FD	100	59	3,94	0,5	3,4
P93	FD	100	272	0,71	0,09	0,14
P94	FD	100	455	1,18	0,15	0,37
P95	FD	100	273	-0,71	0,09	0,14
P96	FD	100	1171	1,38	0,18	0,48
P97	AMC	200	1510	6,94	0,22	0,33
P98	FD	150	571	-11,79	0,67	3,59
P99	FD	200	214	10,91	0,35	0,77
P100	AMC	200	63	35,79	1,14	6,91
P101	FD	100	363	2,67	0,34	1,65
P102	FD	100	86	7,43	0,95	11
P103	FD	100	254	2,08	0,27	1,04
P104	FD	100	1100	1,6	0,2	0,64
P105	FD	100	368	3,65	0,46	2,94
P106	FD	100	687	5,2	0,66	5,67
P107	FD	400	1381	-10,94	0,09	0,03
P108	FD	100	530	1,38	0,18	0,49
P109	FD	100	39	-1,37	0,17	0,48
P110	FD	100	142	0,37	0,05	0,04
P111	FD	100	101	0,26	0,03	0,02
P112	FD	300	155	86,49	1,22	4,91
P113	FD	200	46	-3,29	0,1	0,08
P114	FD	150	185	1,41	0,08	0,07
P115	FD	100	358	0,34	0,04	0,04
P116	FD	100	6	4,96	0,63	5,21
P118	FD	150	330	17,86	1,01	7,74
P119	PEHD	80	86	0,22	0,05	0,05
P120	FD	200	134	0,35	0,01	0
P121	PEHD	80	101	0,26	0,05	0,07
P122	PEHD	80	92	0,24	0,05	0,06
P123	PEHD	80	83	0,22	0,04	0,05
P124	PEHD	80	72	0,19	0,04	0,03
P125	PEHD	80	111	0,29	0,06	0,06
P126	PEHD	80	102	0,27	0,05	0,06

P127	PEHD	80	30	0,89	0,18	0,51
P128	PEHD	80	44	2,09	0,42	2,51
P129	PEHD	80	36	3,4	0,69	6,18
P130	PEHD	80	180	0,47	0,1	0,16
P131	PEHD	80	42	4,99	1,01	12,57
P132	FD	200	151	6,19	0,2	0,27
P133	FD	100	166	0,43	0,06	0,06
P134	FD	100	218	0,57	0,07	0,09
P135	PEHD	150	87	0,23	0,01	0
P136	PEHD	80	131	0,34	0,07	0,09
P137	PEHD	150	29	1,21	0,08	0,05
P138	PEHD	150	69	0,18	0,01	0
P139	PEHD	80	117	0,31	0,06	0,07
P140	PEHD	80	116	0,3	0,06	0,07
P141	PEHD	80	107	0,28	0,06	0,06
P142	PEHD	150	37	1,07	0,07	0,04
P143	PEHD	150	37	1,86	0,12	0,12
P144	PEHD	150	31	2,6	0,17	0,23
P145	PEHD	80	87	0,23	0,05	0,04
P146	PEHD	80	86	0,22	0,05	0,04
P147	PEHD	80	130	0,34	0,07	0,09
P148	PEHD	80	156	0,41	0,08	0,12
P149	PEHD	80	70	0,18	0,04	0,03
P150	PEHD	150	98	4,22	0,27	0,55
P151	PEHD	150	24	4,9	0,31	0,73
P152	PEHD	150	34	6,32	0,4	1,17
P153	PEHD	150	39	7,63	0,49	1,66
P154	PEHD	80	192	0,5	0,1	0,18
P155	PEHD	80	128	0,33	0,07	0,08
P156	PEHD	150	3	9,41	0,6	2,45
P157	FD	200	195	7,96	0,25	0,43
P158	FD	200	206	19,56	0,62	2,25
P160	PEHD	80	108	0,28	0,06	0,06
P161	PEHD	80	121	0,31	0,06	0,08
P162	PEHD	80	111	0,29	0,06	0,06
P164	PEHD	80	42	1,46	0,3	1,29
P165	PEHD	80	40	2,3	0,47	3
P166	PEHD	80	35	3,07	0,62	5,13
P167	PEHD	80	48	-0,12	0,03	0,01
P168	PEHD	80	150	3,81	0,77	7,61
P169	PEHD	80	84	0,22	0,04	0,04
P170	PEHD	80	94	4,88	0,99	12,06
P171	PEHD	80	75	0,19	0,04	0,03
P172	PEHD	80	156	0,41	0,08	0,12
P174	PEHD	80	62	0,16	0,03	0,02
P176	PEHD	80	34	0,88	0,18	0,51

P177	PEHD	80	72	0,19	0,04	0,03
P178	PEHD	80	40	1,45	0,29	1,28
P179	PEHD	80	76	2,14	0,44	2,63
P180	PEHD	80	138	0,36	0,07	0,1
P181	PEHD	80	171	0,44	0,09	0,14
P182	PEHD	80	157	0,41	0,08	0,12
P183	PEHD	80	136	0,35	0,07	0,09
P184	PEHD	150	105	0,27	0,02	0
P185	PEHD	150	156	6,08	0,39	1,09
P186	PEHD	150	38	7,39	0,47	1,57
P187	PEHD	150	7	9,85	0,63	2,67
P188	PEHD	150	26	10,66	0,68	3,09
P189	PEHD	150	24	11,68	0,75	3,66
P190	PEHD	150	28	12,63	0,81	4,23
P191	PEHD	150	23	13,47	0,86	4,76
P192	PEHD	80	68	0,18	0,04	0,03
P193	PEHD	80	121	0,31	0,06	0,08
P194	PEHD	80	151	0,39	0,08	0,11
P195	PEHD	80	3	1,78	0,36	1,86
P196	FD	100	137	0,36	0,05	0,04
P197	FD	100	287	0,75	0,1	0,16
P198	FD	100	254	0,66	0,08	0,12
P199	FD	150	293	2,97	0,17	0,28
P200	FD	150	290	5,81	0,33	0,97
P201	FD	100	200	0,52	0,07	0,08
P202	FD	100	240	0,63	0,08	0,11
P203	FD	150	333	9,73	0,55	2,51
P204	FD	200	82	42,65	1,36	9,55
P205	FD	200	382	54,45	1,73	15,02
P206	FD	100	333	0,87	0,11	0,21
P207	FD	200	219	-57,75	1,84	16,75
P208	FD	100	210	7,67	0,98	11,65
P209	FD	100	559	-1,46	0,19	0,54
P210	FD	300	181	84,14	1,19	4,67
P211	FD	300	324	78,28	1,11	4,08
P212	FD	100	100	4,29	0,55	3,97
P213	FD	100	193	0,5	0,06	0,08
P214	FD	100	49	2,89	0,37	1,92
P215	FD	100	191	0,5	0,06	0,07
P216	FD	100	44	1,66	0,21	0,68
P217	FD	100	130	-0,34	0,04	0,04
P218	FD	100	166	0,43	0,06	0,06
P219	FD	150	506	7,12	0,4	1,41
P220	FD	100	243	0,63	0,08	0,11
P221	FD	150	247	3,89	0,22	0,46
P222	FD	100	246	0,64	0,08	0,12

P223	FD	150	378	0,98	0,06	0,04
P224	FD	150	81	0,21	0,01	0
P225	FD	200	19	41,96	1,34	9,27
P226	FD	200	250	35,42	1,13	6,77
P227	FD	200	79	37,53	1,19	7,54
P228	FD	100	148	5,46	0,69	6,2
P229	FD	100	263	3,65	0,46	2,95
P230	FD	200	367	34,58	1,1	6,48
P231	FD	100	141	0,37	0,05	0,04
P232	FD	150	183	0,48	0,03	0,01
P233	FD	200	360	31,36	1	5,41
P234	AG	80	137	0,36	0,07	0,09
P235	AG	80	106	0,28	0,05	0,06
P236	AG	50	74	0,19	0,1	0,29
P237	AG	66	88	0,23	0,07	0,1
P238	FD	150	15	-4,21	0,24	0,53
P239	AG	80	97	0,25	0,05	0,05
P240	FD	150	24	3,77	0,21	0,43
P241	AG	50	50	0,13	0,07	0,14
P242	AG	80	73	-0,19	0,04	0,03
P243	AG	66	88	0,23	0,07	0,1
P244	AG	50	76	0,2	0,1	0,3
P245	AG	50	66	0,17	0,09	0,23
P246	AG	50	79	0,21	0,1	0,32
P247	FD	150	166	-8,51	0,48	1,96
P248	FD	300	732	156,6	2,22	14,75
P249	FD	150	41	2,66	0,15	0,23
P250	FD	100	170	0,44	0,06	0,06
P251	FD	100	135	0,35	0,04	0,04
P252	FD	100	65	-0,17	0,02	0,01
P253	FD	100	139	-3,17	0,4	2,27
P254	FD	100	204	0,53	0,07	0,08
P255	PEHD	80	151	0,39	0,08	0,11
P256	PEHD	80	91	0,24	0,05	0,04
P257	FD	100	68	0,18	0,02	0,01
P258	FD	150	383	3,77	0,21	0,43
P259	FD	400	100	-255,32	2,03	8,98

Annexe IV.5 : Tableau IV.5 : pressions dans le réseau existant (cas de pointe + incendie) :

Nœuds	Elévation	Demande	Charge	Pression
ID	m	LPS	m	m
N1	14	0,35	19,82	5,82
N2	14	0,22	19,29	5,29
N3	13	0,26	19,06	6,06

N4	12	0,24	18,95	6,95
N5	12	0,22	18,94	6,94
N6	16	0,19	18,94	2,94
N7	16	0,27	18,95	2,95
N8	16	0,29	19,06	3,06
N9	16	0,47	19,26	3,26
N10	14	0,48	18,94	4,94
N11	14	0,7	18,96	4,96
N12	15	0,76	19,07	4,07
N13	15	0,9	19,29	4,29
N14	15	0,85	19,82	4,82
N15	14	0,43	19,85	5,85
N16	17	0,57	19,92	2,92
N17	19	0,23	19,75	0,75
N18	24	0,34	19,74	0,26
N19	24	0,64	19,75	0,25
N20	22	0,18	19,74	1,26
N21	20	0,31	19,73	0,27
N22	20	0,3	19,74	0,26
N23	21	0,28	19,74	1,26
N24	23	0,46	19,75	0,25
N25	23	0,58	19,74	0,27
N26	23	0,5	19,74	0,23
N27	21	0,18	19,81	1,19
N28	17	0,23	19,82	2,82
N29	19	0,41	19,81	0,81
N30	16	0,22	19,86	3,86
N31	19	0,34	19,86	0,86
N32	23	0,41	19,76	0,24
N33	21,2	0,5	19,81	1,39
N34	21	0,78	19,83	1,17
N35	18	0,75	19,87	1,87
N36	16	0,5	19,9	3,9
N37	18	0,33	19,92	1,92
N38	17	0,94	19,93	2,93
N39	16	1,33	19,86	3,86
N40	17	1,62	19,94	2,94
N41	24	0,39	17,12	-6,88
N42	23	0,28	17,13	-5,87
N43	24	0,31	17,19	-6,81
N44	25	0,29	17,31	-7,69
N45	23,9	0,12	17,49	-6,41
N47	24	0,78	17,14	-6,86
N48	24	0,53	17,19	-6,81
N49	24	0,48	17,31	-6,69
N50	22	0,61	17,49	-4,51

N51	23	0,22	18,63	-4,37
N52	24	0,85	18,63	-5,37
N53	23	0,41	19,92	-3,08
N54	22,6	0,19	19,8	-2,8
N56	21,7	0,24	19,72	-1,98
N57	20	0,16	19,73	-0,27
N58	22	0,49	19,73	-2,27
N59	20	0,19	19,74	-0,26
N60	22,8	0,38	19,75	-3,05
N61	23	0,5	19,8	-3,2
N62	20	0,36	20	0,1
N63	19	0,44	20,07	1,07
N64	19	0,41	20,16	1,16
N65	19	0,35	20,28	1,28
N66	18	0,27	19,77	1,77
N67	21	0,92	19,77	-1,23
N68	20	0,91	19,94	-0,06
N69	19,2	0,31	20	0,8
N70	19	0,44	20,02	1,02
N71	17,6	0,58	20,1	2,5
N72	16,4	0,54	20,18	3,78
N73	15,5	0,49	20,3	4,8
N74	22	0,31	22,77	0,77
N75	16	0,39	22,76	6,76
N76	18	0,89	22,78	4,78
N77	10,9	0,36	24,83	13,93
N78	12	0,75	24,79	12,79
N79	18	0,66	24,88	6,88
N80	12,8	1,87	24,83	12,03
N81	13	2,18	24,91	11,91
N82	19,6	0,52	25,18	5,58
N83	11	0,63	25,17	14,17
N84	11	2,77	25,19	14,19
N85	12,1	2,08	26,03	13,93
N86	11,5	0,87	31,7	20,2
N87	11	2,43	31,77	20,77
N88	4	4,49	39,56	35,56
N89	1,9	17,86	36,53	34,63
N90	5	4,74	63,48	58,48
N91	2,3	0,77	39,35	37,05
N92	14	2,05	54,62	40,62
N93	14,1	1,42	56,39	42,29
N94	9,2	0,71	65,82	56,62
N95	13	2,03	57,58	44,58
N96	7,7	1,56	67,12	59,42
N97	15,4	1,36	57,31	41,91

N98	20,8	1	54,86	34,06
N99	2,9	0,21	39,49	36,59
N100	4,7	0,16	39,53	34,83
N101	16,2	0,54	56,34	40,14
N102	3	0,2	39,48	36,48
N103	2,6	0,13	39,53	36,93
N104	3	0,19	39,48	36,48
N105	3,7	0,36	39,49	35,79
N106	2,3	0,17	39,49	37,19
N107	10,8	4,78	67,5	56,7
N108	3,3	0,23	39,49	36,19
N109	0,2	1,46	38,79	38,59
N110	3,1	0,23	39,49	36,39
N111	23	1,99	54,43	31,43
N112	3,9	0,28	39,5	35,6
N113	4,1	0,25	39,53	35,43
N114	2,8	0,19	39,51	36,71
N115	6,6	3,4	65,62	59,02
N116	6,8	5,79	67,17	60,37
N117	6,1	2,73	66,29	60,19
N118	8	2,35	35,44	27,44
N119	2,8	4,53	65,86	63,06
N120	8	0,98	41,6	33,6
N121	8	1,79	42,36	34,36
N122	4,2	0,6	39,51	35,31
N123	6,3	4,08	66,94	60,64
N124	3,4	0,88	39,5	36,1
N125	3,8	2,02	41,82	38,02
N126	8	3,53	43,98	35,98
N127	3,4	0,53	39,55	36,15
N128	1,6	1,46	39,2	37,6
N129	23	5,56	71,07	48,07
N130	3,7	0,73	41,99	38,29
N131	7,6	2,27	68,1	60,5
N132	8,6	3,75	66,56	57,96
N133	2,7	0,42	39,51	36,81
N134	3,5	0,25	39,5	36
N135	3,8	0,35	39,5	35,7
N136	6	6,27	40,59	34,59
N137	2,6	0,31	39,5	36,9
N138	7,4	5,87	64,69	57,29
N139	2,7	0,33	39,5	36,8
N140	2,6	0,76	39,5	36,9
N141	3	0,33	39,54	36,54
N142	1,8	1,2	39,5	37,7
N143	2,7	0,44	39,52	36,82

N144	3,7	0,2	39,54	35,84
N145	3,7	0,52	39,54	35,84
N146	2,8	1,74	39,87	37,07
N147	16	0,31	56,38	40,38
N148	1,5	2,42	39,09	37,59
N149	51	5,85	71,1	20,1
N150	8,1	1,47	39,36	31,26
N151	3,7	2,32	42,27	38,57
N152	9	0,73	41,58	32,58
N153	7	1,53	39,4	32,4
N154	8	0,91	39,4	31,4
N155	14,3	4,12	54,77	40,47
N156	8,1	0,87	39,43	31,33
N157	10	1,46	39,82	29,82
N159	11	0,4	39,53	28,53
N160	12	0,37	39,5	27,5
N161	16	0,38	39,45	23,45
N162	11	0,71	39,5	28,5
N163	15	0,58	39,4	24,4
N164	16	0,4	39,45	23,45
N165	15	0,18	39,44	24,44
N166	15	0,66	39,47	24,47
N167	14	0,2	39,46	25,46
N168	12	0,21	39,46	27,46
N169	12,8	1,07	39,3	26,5
N170	13	0,3	39,29	26,29
N171	14,6	0,48	39,26	24,66
N172	13	0,24	39,26	26,26
N173	17,8	0,41	39,25	21,45
N174	13	0,24	39,25	26,25
N175	19,8	0,09	39,25	19,45
N176	19	0,2	39,25	20,25
N177	15	0,04	39,25	24,25
N178	17,8	1,07	39,01	21,21
N179	16	0,17	39,44	23,44
N180	18	1,2	38,92	20,92
N181	16	0,48	38,9	22,9
N182	19	0,5	38,9	19,9
N183	21	0,03	39,01	18,01
N184	20,5	0,45	39,01	18,51
N185	21,8	0,23	39,01	17,21
N186	20,9	0,49	39	18,1
N187	20	1,59	56,55	36,55
N188	22,7	2,1	53,9	31,2
N189	15,9	1,61	54,2	38,3
N190	14	0,32	54,2	40,2

N191	25	2,92	53,31	28,31
N193	12	0,53	52,4	40,4
N194	15	1,17	52,42	37,42
N195	12	0,32	52,42	40,42
N196	18	1,3	52,54	34,54
N197	17	0,28	52,54	35,54
N198	21,8	3,09	56,94	35,14
N199	15	1,97	56,66	41,66
N200	19	2,9	68,49	49,49
N201	11	0,13	67,12	56,12
N202	6	0,71	41,75	35,75
N203	3,19	2,05	41,79	38,6
N204	5	1,18	41,62	36,62
N205	7,56	6,14	67,67	60,11
N206	28	1,38	70,84	42,84
N207	12	0,37	41,58	29,58
N208	11	0,26	41,58	30,58
N209	6	1,58	39,39	33,39
N210	8	1,58	40,76	32,76
N211	10	0,89	40,36	30,36
N212	9	0,5	40,34	31,34
N213	10	0,74	40,27	30,27
N214	11	0,5	40,25	29,25
N215	12	0,88	40,24	28,24
N216	14	0,34	40,23	26,23
N217	11	0,43	40,23	29,23
N218	8	2,59	34,72	26,72
N219	10,8	0,63	34,7	23,9
N220	7,7	2,27	34,61	26,91
N221	11	0,64	34,58	23,58
N222	9	0,98	34,6	25,6
N223	16	0,47	25,25	9,25
N224	23	0,21	25,25	2,25
N225	16	1,09	25,07	9,07
N226	16,5	1,54	23,38	6,88
N227	18	1,17	22,78	4,78
N228	23	1,44	24,15	1,15
N229	21	0,18	22,77	1,77
N230	15	1,55	20,41	5,41
N231	20	0,37	24,15	4,15
N232	3	0,48	39,5	36,5
N233	9	0,44	40,58	31,58
N234	9	0,35	64,68	55,68
N235	5	0,17	39,38	34,38
N236	25	0,18	71,06	46,06

Annexe IV.6 : Tableau IV.6 Résultats de la simulation (situation hydraulique) dans le réseau futur 2054 (avant réhabilitation)

Cas de pointe						
	Demande	cote piezo	Pression		débits	Vitesses
Node ID	LPS	m	m	Link ID	LPS	m/s
N1	0.67	-61.68	négative	P1	-4.22	0.24
N2	0.43	-63.44	négative	P2	-12.04	1.53
N3	0.50	-64.18	négative	P3	1.91	0.11
N4	0.46	-64.54	négative	P4	-3.12	0.18
N5	0.41	-64.58	négative	P5	2.95	0.17
N6	0.36	-64.58	négative	P6	-2.27	0.13
N7	0.51	-64.54	négative	P7	-7.36	0.12
N8	0.55	-64.18	négative	P8	119.04	3.79
N9	0.89	-63.52	négative	P10	176.54	2.50
N10	0.92	-64.57	négative	P11	-9.38	1.19
N11	1.33	-64.52	négative	P12	277.99	3.93
N12	1.45	-64.16	négative	P13	128.26	4.08
N13	1.71	-63.43	négative	P14	1.47	0.19
N14	1.63	-61.68	négative	P15	0.08	0.01
N15	0.82	-61.58	négative	P16	-27.04	0.86
N16	1.08	-61.34	négative	P17	-23.84	0.76
N17	0.43	-61.89	négative	P18	1.03	0.20
N18	0.65	-61.93	négative	P19	-0.60	0.12
N19	1.23	-61.89	négative	P20	-45.63	1.45
N20	0.34	-61.93	négative	P21	-5.90	0.33
N21	0.58	-61.96	négative	P22	6.30	0.36
N22	0.58	-61.95	négative	P23	0.30	0.15
N23	0.53	-61.93	négative	P24	3.90	0.22
N24	0.87	-61.91	négative	P25	-9.04	0.29
N25	1.11	-61.93	négative	P26	25.22	3.21
N26	0.94	-61.92	négative	P28	10.54	1.34
N27	0.35	-61.71	négative	P29	7.70	0.98
N28	0.43	-61.66	négative	P30	4.96	0.63
N29	0.78	-61.71	négative	P31	2.08	0.27
N30	0.43	-61.53	négative	P33	2.80	0.36
N31	0.65	-61.55	négative	P34	6.77	0.86
N32	0.79	-61.88	négative	P35	1.44	0.18
N33	0.95	-61.70	négative	P36	0.35	0.04
N34	1.50	-61.65	négative	P37	2.04	0.26
N35	1.44	-61.51	négative	P38	0.38	0.05
N36	0.95	-61.41	négative	P39	0.39	0.05
N37	0.64	-61.33	négative	P40	5.85	0.74
N38	1.80	-61.30	négative	P41	0.57	0.07
N39	2.54	-61.55	négative	P42	3.24	0.41
N40	3.09	-61.27	négative	P43	0.46	0.06
N41	0.75	-70.61	négative	P44	1.87	0.24

N42	0.54	-70.57	négative	P45	0.46	0.06
N43	0.60	-70.40	négative	P46	0.62	0.08
N44	0.55	-70.00	négative	P47	0.17	0.02
N45	0.24	-69.39	négative	P48	0.07	0.01
N47	1.50	-70.55	négative	P49	8.47	1.08
N48	1.01	-70.37	négative	P50	4.15	0.53
N49	0.92	-69.98	négative	P51	0.91	0.12
N50	1.16	-69.38	négative	P52	0.32	0.04
N51	0.42	-65.62	négative	P53	0.94	0.12
N52	1.63	-65.61	négative	P54	1.36	0.17
N53	0.78	-61.35	négative	P55	0.06	0.01
N54	0.37	-61.76	négative	P56	0.44	0.06
N56	0.45	-61.99	négative	P57	0.93	0.12
N57	0.31	-61.98	négative	P58	8.65	1.10
N58	0.93	-61.98	négative	P59	2.70	0.34
N59	0.36	-61.93	négative	P60	1.86	0.24
N60	0.73	-61.92	négative	P61	-6.72	0.86
N61	0.95	-61.75	négative	P62	-3.29	0.42
N62	0.69	-61.07	négative	P63	6.97	0.89
N63	0.85	-60.84	négative	P64	0.61	0.08
N64	0.78	-60.54	négative	P65	-5.99	0.76
N65	0.68	-60.13	négative	P68	0.61	0.08
N66	0.52	-61.85	négative	P69	6.88	0.88
N67	1.76	-61.85	négative	P70	3.86	0.49
N68	1.74	-61.29	négative	P71	0.54	0.07
N69	0.60	-61.09	négative	P72	29.78	0.95
N70	0.85	-61.03	négative	P73	3.04	0.39
N71	1.10	-60.76	négative	P74	-12.74	1.62
N72	1.04	-60.48	négative	P75	4.34	0.55
N73	0.93	-60.09	négative	P76	20.85	0.66
N74	0.60	-51.91	négative	P77	-6.46	0.82
N75	0.75	-51.94	négative	P78	-327.50	4.63
N76	1.70	-51.88	négative	P79	87.53	1.24
N77	0.68	-45.09	négative	P80	-420.56	3.35
N78	1.43	-45.22	négative	P81	0.25	0.03
N79	1.26	-44.91	négative	P82	6.15	0.78
N80	3.56	-45.07	négative	P83	-4.90	0.62
N81	4.16	-44.80	négative	P84	-9.05	0.51
N82	0.99	-43.93	négative	P85	20.92	1.18
N83	1.19	-43.96	négative	P86	8.58	0.49
N84	5.28	-43.87	négative	P87	-21.39	1.21
N85	3.96	-41.11	négative	P88	-32.05	1.02
N86	1.65	-22.35	négative	P89	23.14	0.74
N87	4.64	-22.12	négative	P90	57.87	1.84
N88	8.58	1.50	négative	P91	-27.31	0.87
N89	1.64	4.39	2.49	P92	7.52	0.96

N90	9.05	65.23	60.23	P93	1.35	0.17
N91	1.47	2.92	0.62	P94	2.26	0.29
N92	3.91	42.69	28.69	P95	-1.36	0.17
N93	2.71	47.79	33.69	P96	2.68	0.34
N94	1.36	72.92	63.72	P97	13.60	0.43
N95	3.88	51.52	38.52	P98	-22.51	1.27
N96	2.98	77.30	69.60	P99	20.87	0.66
N97	2.60	50.70	35.30	P100	68.69	2.19
N98	1.91	43.95	23.15	P101	5.12	0.65
N99	0.39	4.22	1.32	P102	14.20	1.81
N100	0.30	4.33	négative	P103	3.96	0.50
N101	1.03	47.62	31.42	P104	3.08	0.39
N102	0.38	4.16	1.16	P105	6.93	0.88
N103	0.25	4.33	1.73	P106	9.50	1.21
N104	0.37	4.17	1.17	P107	-20.45	0.16
N105	0.68	4.20	0.50	P108	2.63	0.33
N106	0.33	4.20	1.90	P109	-2.61	0.33
N107	9.11	78.55	67.75	P110	0.71	0.09
N108	0.44	4.22	0.92	P111	0.50	0.06
N109	2.78	3.42	3.22	P112	145.82	2.06
N110	0.44	4.21	1.11	P113	-6.27	0.20
N111	3.79	42.31	19.31	P114	2.69	0.15
N112	0.53	4.24	0.34	P115	0.65	0.08
N113	0.48	4.34	0.24	P116	9.47	1.21
N114	0.36	4.26	1.46	P118	1.64	0.09
N115	6.49	72.31	65.71	P119	0.43	0.09
N116	11.06	77.36	70.56	P120	0.67	0.02
N117	5.21	74.54	68.44	P121	0.50	0.10
N118	4.48	-9.98	négative	P122	0.46	0.09
N119	8.65	73.05	70.25	P123	0.41	0.08
N120	1.86	8.79	0.79	P259	-454.80	3.62
N121	3.41	10.79	2.79	P124	0.36	0.07
N122	1.15	4.26	0.06	P125	0.55	0.11
N123	7.79	76.60	70.30	P126	0.51	0.10
N124	1.67	4.24	0.84	P127	1.69	0.34
N125	3.85	9.52	5.72	P128	3.99	0.81
N126	6.74	14.97	6.97	P129	6.49	1.32
N127	1.02	4.39	0.99	P130	0.89	0.18
N128	2.78	4.44	2.84	P131	9.52	1.93
N129	10.61	89.27	66.27	P132	11.82	0.38
N130	1.39	9.86	6.16	P133	0.82	0.10
N131	4.33	80.55	72.95	P134	1.08	0.14
N132	7.16	75.41	66.81	P135	0.43	0.03
N133	0.80	4.27	1.57	P136	0.65	0.13
N134	0.48	4.24	0.74	P137	2.31	0.15
N135	0.66	4.25	0.45	P138	0.34	0.02

N136	11.97	4.94	-1.06	P139	0.58	0.12
N137	0.60	4.24	1.64	P140	0.58	0.12
N138	11.20	69.23	61.83	P141	0.53	0.11
N139	0.62	4.25	1.55	P142	2.03	0.13
N140	1.45	4.24	1.64	P143	3.55	0.23
N141	0.62	4.36	1.36	P144	4.95	0.32
N142	2.29	4.88	3.08	P145	0.43	0.09
N143	0.85	4.30	1.60	P146	0.43	0.09
N144	0.39	4.36	0.66	P147	0.65	0.13
N145	0.98	4.36	0.66	P148	0.78	0.16
N146	3.32	5.47	2.67	P149	0.35	0.07
N147	0.60	47.75	31.75	P150	8.05	0.52
N148	4.62	4.42	2.92	P151	9.35	0.60
N149	11.16	89.38	38.38	P152	12.06	0.77
N150	2.80	3.02	négative	P153	14.58	0.93
N151	4.43	10.48	6.78	P154	0.95	0.19
N152	1.40	8.73	négative	P155	0.64	0.13
N153	2.93	3.07	négative	P156	17.97	1.15
N154	1.73	3.09	négative	P157	15.18	0.48
N155	7.86	43.85	négative	P158	37.32	1.19
N156	1.65	3.19	négative	P160	0.54	0.11
N157	2.78	1.23	négative	P161	0.60	0.12
N159	0.76	0.29	négative	P162	0.55	0.11
N160	0.70	0.16	négative	P164	2.79	0.57
N161	0.72	0.00	négative	P165	4.40	0.89
N162	1.36	0.19	négative	P166	5.87	1.19
N163	1.10	-0.16	négative	P167	-0.24	0.05
N164	0.77	-0.01	négative	P168	7.27	1.48
N165	0.35	-0.01	négative	P169	0.42	0.09
N166	1.27	0.06	négative	P170	9.32	1.89
N167	0.38	0.06	négative	P171	0.37	0.08
N168	0.39	0.06	négative	P172	0.78	0.16
N169	2.04	-0.50	négative	P174	0.31	0.06
N170	0.57	-0.51	négative	P176	1.69	0.34
N171	0.91	-0.62	négative	P177	0.36	0.07
N172	0.46	-0.62	négative	P178	2.78	0.56
N173	0.79	-0.65	négative	P179	4.10	0.83
N174	0.46	-0.66	négative	P180	0.69	0.14
N175	0.17	-0.66	négative	P181	0.85	0.17
N176	0.38	-0.66	négative	P182	0.78	0.16
N177	0.07	-0.66	négative	P183	0.68	0.14
N178	2.03	-1.42	négative	P184	0.52	0.03
N179	0.32	-0.01	négative	P185	11.60	0.74
N180	2.30	-1.75	négative	P186	14.12	0.90
N181	0.91	-1.79	négative	P187	18.82	1.21
N182	0.94	-1.80	négative	P188	20.36	1.30

N183	0.06	-1.44	négative	P189	22.31	1.43
N184	0.86	-1.44	négative	P190	24.13	1.55
N185	0.44	-1.45	négative	P191	25.74	1.65
N186	0.93	-1.47	négative	P192	0.34	0.07
N187	3.04	48.26	28.26	P193	0.60	0.12
N188	4.01	40.52	17.82	P194	0.75	0.15
N189	3.07	41.40	25.50	P195	3.39	0.69
N190	0.61	41.39	27.39	P196	0.68	0.09
N191	5.57	38.70	13.70	P197	1.43	0.18
N193	1.01	35.69	23.69	P198	1.26	0.16
N194	2.24	35.75	20.75	P199	5.67	0.32
N195	0.61	35.73	23.73	P200	11.09	0.63
N196	2.48	36.15	18.15	P201	0.99	0.13
N197	0.54	36.14	19.14	P202	1.19	0.15
N198	5.89	49.54	27.74	P203	18.55	1.05
N199	3.77	48.68	33.68	P204	81.39	2.59
N200	5.53	81.83	62.83	P205	103.90	3.31
N201	0.25	77.30	66.30	P206	1.65	0.21
N202	1.35	9.07	3.07	P207	-110.19	3.51
N203	3.91	9.20	6.01	P208	13.26	1.69
N204	2.26	8.64	3.64	P209	-2.78	0.35
N205	11.72	79.09	71.53	P210	141.35	2.00
N206	2.63	88.53	60.53	P211	130.16	1.84
N207	0.71	8.71	négative	P212	8.18	1.04
N208	0.50	8.72	négative	P213	0.96	0.12
N209	3.02	3.03	négative	P214	5.52	0.70
N210	3.01	6.58	négative	P215	0.95	0.12
N211	1.70	5.27	négative	P216	3.16	0.40
N212	0.96	5.22	négative	P217	-0.65	0.08
N213	1.41	4.96	négative	P218	0.82	0.10
N214	0.95	4.91	négative	P219	13.59	0.77
N215	1.69	4.86	négative	P220	1.21	0.15
N216	0.65	4.84	négative	P221	7.43	0.42
N217	0.82	4.83	négative	P222	1.22	0.16
N218	4.95	-12.34	négative	P223	1.88	0.11
N219	1.21	-12.43	négative	P224	0.40	0.02
N220	4.33	-12.72	négative	P225	80.09	2.55
N221	1.22	-12.81	négative	P226	67.61	2.15
N222	1.88	-12.76	négative	P227	71.64	2.28
N223	0.90	-43.70	négative	P228	10.41	1.33
N224	0.40	-43.70	négative	P229	6.97	0.89
N225	2.07	-44.29	négative	P230	66.02	2.10
N226	2.94	-49.89	négative	P231	0.70	0.09
N227	2.23	-51.86	négative	P232	0.91	0.05
N228	2.74	-47.33	négative	P233	46.60	1.48
N229	0.34	-51.89	négative	P234	0.68	0.14

N230	2.96	-59.73	négative	P235	0.53	0.11
N231	0.70	-47.34	négative	P236	0.37	0.19
N232	0.91	4.88	1.88	P237	0.44	0.13
N233	0.84	4.91	négative	P238	-8.05	0.46
N234	0.67	69.21	60.21	P239	0.48	0.10
N235	0.32	3.03	négative	P240	7.17	0.41
N236	0.34	89.27	64.27	P241	0.25	0.13
				P242	-0.36	0.07
				P243	0.44	0.13
				P244	0.38	0.19
				P245	0.33	0.17
				P246	0.39	0.20
				P247	-16.24	0.92
				P248	266.37	3.77
				P249	5.06	0.29
				P250	0.84	0.11
				P251	0.67	0.09
				P252	-0.32	0.04
				P253	-6.05	0.77
				P254	1.01	0.13
				P255	0.75	0.15
				P256	0.45	0.09
				P257	0.34	0.04
				P258	-12.02	0.68