

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Rehabilitaion du reseau d'alimentation en eau potable de la zone basse de la ville de Tizi-ouzou (caserne Est et caserne ouest) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0020-21

APA Citation ( توثيق APA):

Assabaa, Rokaia (2021). Rehabilitaion du reseau d'alimentation en eau potable de la zone basse de la ville de Tizi-ouzou (caserne est et caserne ouest)[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

**THEME :**

**REHABILITAION DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE LA ZONE BASSE DE LA VILLE DE TIZI-  
OUZOU (CASERNE EST ET CASERNE OUEST)**

**Présenté par :**

**ASSABAA ROKAIA**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
BELLABAS CHARIFI Salima	M.C.B	Examineur
NACER Tarek	M.C.B	Examineur
DERNOUNI Fouzia	M.A.A	Promoteur

**Session Novembre 2021**

# ***Remerciements***

Avant toute chose, je remercie DIEU pour m'avoir donné patience, courage et volonté en ces temps exceptionnels.

Je remercie ensuite toute personne qui a contribué de près ou de loin au succès de mon projet.

Je remercie tout d'abord ma promotrice : Mme DERNOUNI Fouzia pour les orientations et les remarques précieuses qui m'ont guidé tout au long de mon travail.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance à tous les enseignants qui m'ont encadré tout au long de mon cursus pour leur contribution certaine à ma réussite.

Je tiens également à remercier les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer mon travail.

Mes remerciements vont aussi à Mr. BOUROUBA et à toute l'équipe du bureau d'études (SARL BIB) pour leurs aides.

J'ai une immense gratitude envers ma famille respectueuse pour leur soutien constant et inconditionnel et leurs encouragements.

## ***Dédicaces***

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère "ZOHRA", qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

Ce travail est dédié à mon père "ABDELMADJID", décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du monde qui est sein maintenant, il apprécie cet humble geste de la part d'une fille qui a toujours prié pour la paix de son âme. Puisse Dieu le tout-puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.

Mes Sœurs "Amina", "Meriem" et son mari "Farid", " Sabrina", "Sarah" et "saida".  
Mon frère "Azzedine" et sa femme "Meriem".

À mes nièces, à mes neveux adorés " Anes", "Sirine", "Oumaima", "Abdelmadjid".  
À mon camarade et mon frère " BENZINA Ryad", sa mort inattendue et rapide a laissé un grand vide, que le bon dieu l'accueillir dans son vaste paradis

Mes chères amies : " Nesrine", " Yasmine", " Racha", " Saoussane", "Ichrak"

À mes camarades : "El hadi", "Issam", "Raouf", "Moumen", "Mouhamed"

## ملخص :

يهدف هذا المشروع لدراسة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب في المنطقة المنخفضة لمدينة تيزي وزو ، والتي تعاني من عدة مشاكل في تسيير شبكة التوزيع.

هذه الدراسة تهدف الى اعادة تأهيل شبكة توزيع المياه لقطاعين من مدينة تيزي وزو و التي تتمثل في اعطاء لمحة عن الوضع الحالي لمختلف الموارد المائية و انشاء دراسة تشخيصية للشبكة في الوضع الحالي من اجل تحديد المشاكل القائمة ان وجدت و فحص الهياكل التخزينية الموجودة و قدرتها لضمان الامدادات الكافية للمياه الصالحة للشرب الى غاية عام 2046 ، و كذلك تحسين قدرات الانتاج و التوزيع وتسيير الموارد المائية للمدينة.

## Résumé :

L'objectif de ce projet est d'étudier le réseau d'alimentation en eau potable de la zone basse de la ville de Tizi-Ouzou qui connait de nombreux problèmes de fonctionnement de son réseau de distribution.

Cette étude vise la réhabilitation du réseau de distribution de deux secteur de la ville de Tizi-Ouzou qui consiste à donner un aperçu général sur la situation actuelle des différentes ressources hydrauliques, et établir une étude de diagnostic du réseau d'AEP a l'état actuel afin de localiser les problèmes du réseau existant s'ils existent et de vérifier la capacité des ouvrages de stockage existant pour garantir un bon approvisionnement en eau potable à l'horizon 2046 et d'améliorer la distribution et la gestion des ressources hydrique de la ville.

## Abstract:

The objective of this project is to study the drinking water distribution network in the down city of Tizi-Ouzou which experiencing many problems in the functioning of its distribution network.

This study aims to rehabilitate the distribution network of two sectors of the city of Tizi-Ouzou which consists in giving a general outline of the various hydraulic resources and to establish a diagnostic study of the drinking water supply network in its current state in order to locate the problems of the existing network if they exist and verifies the capacity of the existing storage to ensure a good supply of drinking water at the horizon 2046 and to improve the distribution and the management of the city's water resources.

# Table des matières:

Introduction générale

## CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

I.1	Introduction :	2
I.2	Présentation de la zone d'étude:	2
I.2.1	Situation géographique :	2
I.2.2	Situation géologique :	3
I.2.3	Situation topographique :	3
I.2.3.1	Reliefs:	3
I.2.4	Sismicité :	3
I.2.5	Situation climatologique:	4
I.2.5.1	Température:	4
I.2.5.2	Pluviométrie :	5
I.2.5.3	Humidité:	5
I.2.5.4	Vents :	6
I.2.6	Situation démographique:	6
I.2.7	Situation hydraulique :	7
I.2.7.1	Forages:	7
I.2.7.2	Stations de traitement :	8
I.2.7.3	Stations de pompages :	9
I.2.7.4	Réservoirs :	9
I.3	Conclusion :	10

## CHAPITRE II : Diagnostic du réseau d'AEP

II.1	Introduction :	12
II.2	Définition d'un réseau de distribution d'eau potable :	12
II.3	Type des réseaux :	12
II.3.1	Réseau de distribution ramifié :	12
II.3.2	Réseau de distribution maillé :	12
II.3.3	Réseau de distribution étagé :	12
II.4	Diagnostic physique du réseau de distribution de toute la ville de Tizi-Ouzou:	13
II.4.1	Secteurs du réseau de distribution :	13
II.4.2	Type de canalisation :	13
II.4.3	Type d'équipement :	14
II.5	Description détaillée du système d'approvisionnement:	15

II.6	Description du réservoir la caserne: .....	19
II.6.1	Données générales:.....	19
II.6.2	Etat du réservoir et la chambre des vannes: .....	19
II.6.3	Etat des équipements du réservoir:.....	19
II.7	Diagnostic physique du réseau de distribution du premier secteur (Caserne Est): .....	20
II.7.1	Matériau des conduites du réseau existant: .....	20
II.8	Diagnostic physique du réseau de distribution du deuxième secteur (Caserne Ouest): .....	25
II.8.1	Matériau des conduites du réseau existant: .....	25
II.9	Conclusion :.....	32

## **CHAPITRE III: Démographie et estimation des besoins en eau**

III.1	Introduction: .....	34
III.2	Estimation de la population aux différents horizons d'études : .....	34
III.3	Evaluation des débits:.....	35
III.3.1	Catégories des besoins en eau potable: .....	35
III.3.2	Consommation unitaire et choix de la dotation:.....	35
III.3.3	Evaluation de la consommation moyenne journalière: .....	35
III.3.3.1	Besoins domestiques :.....	36
III.3.3.2	Besoins des équipements : .....	36
III.3.3.3	Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale: .....	39
III.4	Étude de la variation de la consommation : .....	39
III.4.1	Détermination des consommations maximales et minimales journalières:.....	39
III.4.1.1	Coefficient d'irrégularité maximum journalier ( $K_{max,j}$ ): .....	39
III.4.1.2	Coefficient d'irrégularité minimum journalier ( $K_{min,j}$ ):.....	40
III.4.1.3	Consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ ): .....	40
III.4.1.4	Consommation minimale journalière ( $Q_{min,j}$ ) :.....	40
III.4.2	Détermination de la consommation horaire : .....	41
III.4.2.1	Débit moyen horaire ( $Q_{moy,h}$ ): .....	41
III.4.2.2	Débit maximum horaire ( $Q_{max,h}$ ) :.....	41
III.4.2.2.1	Coefficient d'irrégularité maximum horaire ( $K_{max,h}$ ): .....	41
III.4.2.3	Débit minimal horaire: .....	42
III.4.2.3.1	Coefficient d'irrégularité minimum horaire ( $K_{min,h}$ ):.....	42
III.5	Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant : .....	43
III.6	Conclusion:.....	49

## **CHAPITRE IV: Etude de stockage**

IV.1	Introduction: .....	51
IV.2	Utilité des réservoirs:.....	51

IV.3	Classification des réservoirs:.....	51
IV.4	Emplacement des réservoirs:.....	51
IV.5	Capacité des réservoirs:.....	52
IV.5.1	Méthode analytique:.....	52
IV.5.2	Méthode graphique:.....	52
IV.6	Evaluation du volume de stockage nécessaire: .....	53
IV.6.1	Calcul de la capacité minimale nécessaire pour le stockage:.....	54
IV.7	Recommandations : .....	54
IV.8	Conclusion:.....	55

## **CHAPITRE V: Calcul hydraulique du réseau d'AEP**

V.1	Introduction : .....	57
V.2	Logiciel EPANET: .....	57
V.3	Tracé du réseau:.....	57
V.4	Choix du matériau des conduites: .....	58
V.5	Calcul hydraulique du réseau de distribution :.....	58
V.5.1	Détermination des débits:.....	58
V.5.2	Calcul des débits:.....	59
V.6	Simulation hydraulique du réseau projeté :.....	72
V.6.1	Répartition arbitraire des débits (Méthode de calcul):.....	72
V.6.2	Principe de fonctionnement du logiciel EPANET: .....	72
V.6.2.1	Fichiers des données : .....	72
V.6.2.2	Propriétés des nœuds de demande : .....	74
V.6.2.3	Propriétés des tuyaux : .....	74
V.6.2.4	Propriétés des réservoirs : .....	75
V.6.3	Résultats de la simulation :.....	76
V.6.3.1	Résultats de simulation du réseau projeté du secteur caserne est : .....	76
V.6.3.2	Interprétation des résultats de simulation (secteur caserne est): .....	83
V.6.3.3	Résultats de la simulation du réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression:.....	84
V.6.3.4	Résultats de simulation du réseau projeté du secteur caserne ouest : .....	93
V.6.3.5	Interprétation des résultats de simulation (secteur caserne ouest): .....	103
V.7	Conclusion:.....	104

## **CHAPITRE VI: Pose de canalisation**

VI.1	Introduction: .....	106
VI.2	Spécifications relatives aux tubes PEHD:.....	106
VI.2.1	Couleur:.....	106

VI.2.2	Aspect Visuel: .....	106
VI.2.3	Diamètres: .....	106
VI.2.4	Détimbrage: .....	106
VI.2.5	Température et dilatation: .....	107
VI.2.6	Marquage :.....	107
VI.3	Pose de tuyau PEHD: .....	108
VI.3.1	Pose en tranchée: .....	108
VI.3.1.1	Ouverture de la tranchée: .....	109
VI.3.1.2	Largeur et profondeur de la tranchée: .....	109
VI.3.1.3	Blindage : .....	109
VI.3.1.4	Fond de fouille : .....	110
VI.3.1.5	Remblayage de fouilles:.....	110
VI.4	Types d'assemblage: .....	111
VI.4.1	Electro-soudage:.....	111
VI.4.2	Soudage bout à bout: .....	111
VI.4.3	Assemblages mécaniques:.....	112
VI.5	Éléments de robinetterie:.....	112
VI.5.1	Vannes de sectionnement:.....	112
VI.5.1.1	Robinet à opercule: .....	112
VI.5.1.2	Vanne à papillon: .....	113
VI.5.1.3	Avantages et inconvénients d'un robinet à opercule et d'une vanne papillon: .....	113
VI.5.2	Ventouses: .....	114
VI.5.2.1	Fonctionnement et choix de ventouses: .....	114
VI.5.3	Bouches et poteaux d'incendie:.....	114
VI.5.4	Vidange : .....	115
VI.5.5	Régulateurs de pression:.....	115
VI.5.6	Clapets anti retour : .....	115
VI.6	Pièces spéciales : .....	116
VI.6.1	Cônes :.....	116
VI.6.2	Croix de jonction : .....	116
VI.6.3	Croix de jonction et d'incendie : .....	116
VI.6.4	Manchons : .....	116
VI.6.5	Coude : .....	116
VI.6.6	Tés : .....	116
VI.7	Essais de mise en service des canalisations: .....	116
VI.7.1	Mise en eau:.....	116
VI.7.2	Mise en pression:.....	117

VI.8	Conclusion:.....	117
------	------------------	-----

## **CHAPITRE VII: Organisation du chantier**

VII.1	Introduction :.....	119
VII.2	Opérations de réhabilitation des tronçons :.....	119
VII.2.1	Travaux préliminaires:.....	119
VII.2.2	Travaux proprement dits:.....	119
VII.3	Calcul des quantités de travaux de pose de canalisation:.....	120
VII.3.1	Volume de la couche végétale ou le goudron:.....	120
VII.3.2	Volume du déblai:.....	121
VII.3.3	Volume du lit de sable:.....	122
VII.3.4	Volume du remblai :.....	123
VII.3.5	Récapitulation des résultats:.....	124
VII.4	Choix des engins d'exécution :.....	124
VII.4.1	Pelle hydraulique:.....	125
VII.4.2	Bulldozer :.....	125
VII.5	Devis estimatifs et quantitatifs du projet:.....	127
VII.6	Calcul du délai de réalisation du projet:.....	127
VII.6.1	Détermination du chemin critique:.....	128
VII.7	Conclusion :.....	130
Conclusion générale .....		132
Bibliographie		
Annexe		

## Liste des tableaux :

### CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1:Température maximales,minimales et moyennes mensuelles .....	4
Tableau I.2:Précipitations moyennes mensuelles .....	5
Tableau I.3:Humidité moyenne mensuelle .....	5
Tableau I.4:Vitesse moyenne du vent mensuelle.....	6
Tableau I.5:Evolution de la population de la wilaya de Tizi-Ouzou (1987-2027) .....	7
Tableau I.6:Evolution de la population de la commune de Tizi-Ouzou (1987-2027) .....	7
Tableau I.7: Forage de système d'AEP de Tizi-Ouzou.....	8
Tableau I.8:Stations de traitement du système d'AEP de Tizi-Ouzou .....	8
Tableau I.9:Stations de pompage du système d'AEP de Tizi-Ouzou.....	9
Tableau I.10:Réservoirs du système d'AEP de Tizi-Ouzou.....	10

### CHAPITRE II : Diagnostic des réseaux d'AEP

Tableau II.1:Secteurs du réseau de distribution et réservoirs d'alimentation .....	13
Tableau II.2 :Répartition des conduites de distribution par matériaux.....	13
Tableau II.3:Répartition des conduites par diamètre et longueur .....	14
Tableau II.4:Répartition des vannes de sectionnement par type d'installation.....	15
Tableau II.5:Conduites d'adduction du système d'AEP.....	18
Tableau II.6:Données générales sur le réservoir la Caserne .....	19
Tableau II.7:Etat du réservoir la Caserne .....	19
Tableau II.8:Etat de la chambre des vannes .....	19
Tableau II.9:Etat des équipements du réservoir.....	20
Tableau II.10:Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne est .....	21
Tableau II.11:Répartition des tronçons par nature du matériau (secteur caserne est).....	23
Tableau II.12:Répartition des tronçons par diamètres des conduites (secteur caserne est).....	24
Tableau II.13:Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest .....	25
Tableau II.14:Répartition des tronçons par nature du matériau (secteur caserne ouest) .....	30
Tableau II.15:Répartition des tronçons par diamètres des conduites (secteur caserne ouest).....	31

### CHAPITRE III: Démographie et estimation des besoins en eau

Tableau III.1 Estimation de l'évolution de la population entre 2008 et 2046.....	34
Tableau III.2 :Estimation des Besoins domestiques à différents horizons .....	36
Tableau III.3:Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne est.....	36
Tableau III.4:Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne ouest.....	38
Tableau III.5 : Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale.....	39
Tableau III.6 :Consommation maximale journalière.....	40
Tableau III.7:Consommation minimale journalière .....	41
Tableau III.8:Variation du coefficient $\beta_{max}$ .....	41
Tableau III.9:Variation du coefficient $\beta_{min}$ .....	42
Tableau III.10 :Débits (moy, max et min) horaires pour chaque horizon et chaque secteur.....	42

<b>Tableau III.11:</b> Variation horaire de la consommation d'eau dans divers centres d'agglomération ...	43
<b>Tableau III.12 :</b> Variation des débits horaires du secteur caserne est à l'état actuel (2021) .....	44
<b>Tableau III.13 :</b> Variation des débits horaires du secteur caserne est à long terme (2046) .....	45
<b>Tableau III.14 :</b> Variation des débits horaires du secteur caserne ouest à l'état actuel (2021) .....	47
<b>Tableau III.15 :</b> Variation des débits horaires du secteur caserne ouest à long terme (2046) .....	48

## **CHAPITRE IV: Etude de stockage**

<b>Tableau IV.1:</b> Détermination de la capacité du réservoir .....	53
<b>Tableau IV.2:</b> Des recommandations pour le réservoir la caserne .....	54

## **CHAPITRE V: Calcul hydraulique du réseau d'AEP**

<b>Tableau V.1:</b> Calculs de débits spécifiques pour le secteur caserne est et caserne ouest (2046).....	59
<b>Tableau V.2:</b> Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté) .....	60
<b>Tableau V.3:</b> Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) .....	65
<b>Tableau V.4:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe).....	76
<b>Tableau V.5:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe).....	78
<b>Tableau V.6:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe + incendie).....	81
<b>Tableau V.7:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe +incendie).....	82
<b>Tableau V.8:</b> Caractéristique du réducteur de pression: .....	83
<b>Tableau V.9:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe) .....	84
<b>Tableau V.10:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression en cas de pointe .....	86
<b>Tableau V.11:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe + incendie) .....	90
<b>Tableau V.12:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe +incendie) .....	91
<b>Tableau V.13:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe .....	93
<b>Tableau V.14:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe .....	96
<b>Tableau V.15:</b> Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe + incendie .....	101
<b>Tableau V.16:</b> Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie .....	102

## **CHAPITRE VI: Pose de canalisation**

<b>Tableau VI.1:</b> Coefficients de détimbrage .....	107
<b>Tableau VI.2:</b> Avantages et inconvénients d'un robinet à opercule et d'une vanne à papillon .....	113
<b>Tableau VI.3:</b> Fonctionnement et choix de ventouses .....	114
<b>Tableau VI.4:</b> Diamètre de la vidange en fonction du diamètre de la tuyauterie .....	115

## **CHAPITRE VII: Organisation du chantier**

<b>Tableau VII.1:</b> Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans le secteur caserne est ....	120
<b>Tableau VII.2:</b> Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans le secteur caserne ouest	121
<b>Tableau VII.3:</b> Volume du déblai (secteur caserne est).....	122
<b>Tableau VII.4:</b> Volume du déblai (secteur caserne ouest).....	122
<b>Tableau VII.5:</b> Volume du lit de sable (secteur caserne est) .....	123
<b>Tableau VII.6:</b> Volume du lit de sable (secteur caserne ouest) .....	123
<b>Tableau VII.7:</b> Volume du remblai (secteur caserne est) .....	124
<b>Tableau VII.8:</b> Volume du remblai (secteur caserne ouest) .....	124
<b>Tableau VII.9:</b> Récapitulation de quantité de travaux de terrassement dans les deux secteurs.....	124
<b>Tableau VII.10:</b> Capacité du godet en fonction du volume du terrassement.....	125
<b>Tableau VII.12:</b> Devis estimatif du projet à réaliser .....	127
<b>Tableau VII.13:</b> Temps de réalisation des opérations de réseau de distribution .....	128
<b>Tableau VII.14:</b> Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération.....	128

# Liste des figures

## CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

<b>Figure I.1:</b> Image satellitaire de la ville de Tizi-Ouzou source: Google Maps .....	2
<b>Figure I.2:</b> Carte de zonage sismique du territoire national .....	3
<b>Figure I.3:</b> Variation des Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles annuelles.....	4
<b>Figure I.4:</b> Variations des précipitations moyennes mensuelles au cours de l'année .....	5
<b>Figure I.5:</b> Variations de l'humidité moyenne mensuelle au cours de l'année .....	6
<b>Figure I.6:</b> Variation des vitesses du vent moyennes mensuelles au cours de l'année .....	6

## CHAPITRE II : Diagnostic du réseau d'AEP

<b>Figure II.1:</b> Répartition graphique des conduites de distribution par type de matériaux .....	14
<b>Figure II.2:</b> Schéma descriptive du système d'AEP (la chaine de Boukhalfa).....	16
<b>Figure II.3:</b> Schéma descriptive du système d'AEP (la chaine de Oued Aissi) .....	17
<b>Figure II.4:</b> Tracé de la simulation du réseau de distribution existant du secteur caserne est .....	23
<b>Figure II.5:</b> Répartition linéaire des conduites de distributions selon la nature du matériau dans le secteur caserne est .....	23
<b>Figure II.6:</b> Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau existant (caserne est) .....	25
<b>Figure II.7:</b> Tracé de la simulation du réseau de distribution existant du secteur caserne ouest .....	29
<b>Figure II.8:</b> Répartition linéaire des conduites de distributions selon la nature du matériau dans le secteur caserne ouest .....	30
<b>Figure II.9:</b> Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau existant (caserne ouest) .....	31

## CHAPITRE III: Démographie et estimation des besoins en eau

<b>Figure III.1:</b> Evolution de la population (2008-2046) .....	35
<b>Figure III.2:</b> Graphique de la consommation du secteur caserne est à l'état actuel (2021) .....	44
<b>Figure III.3:</b> Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à l'état actuel (2021).....	45
<b>Figure III.4:</b> Graphique de la consommation du secteur caserne est à long terme (2046) .....	46
<b>Figure III.5:</b> Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à long terme (2046).....	46
<b>Figure III.6:</b> Graphique de la consommation du secteur caserne ouest à l'état actuel (2021) .....	47
<b>Figure III.7:</b> Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à l'état actuel (2021).....	48
<b>Figure III.8:</b> Graphique de la consommation du secteur caserne ouest à long terme (2046) .....	49
<b>Figure III.9:</b> Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne ouest à long terme (2046)....	49

## CHAPITRE IV: Etude de stockage

<b>Figure IV.1:</b> Schéma de la méthode graphique .....	53
--	----

## CHAPITRE V: Calcul hydraulique du réseau d'AEP

<b>Figure V.1:</b> Boite de dialogue EPANET .....	73
<b>Figure V.2:</b> Navigateur des données. ....	73
<b>Figure V.3:</b> Propriétés du nœud.....	74
<b>Figure V.4:</b> Propriétés de tuyau.....	75
<b>Figure V.5:</b> Propriété du réservoir.....	75
<b>Figure V.6:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est : cas de pointe (vitesse et pression)..	80
<b>Figure V.7:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est : cas de pointe+incendie (vitesse et pression). ....	83
<b>Figure V.8:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est avec un réducteur de pression : cas de pointe (vitesse et pression) .....	89
<b>Figure V.9:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est avec un réducteur de pression cas de pointe + incendie (vitesse et pression) .....	92
<b>Figure V.10:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne ouest en cas de pointe (vitesse et pression) .....	100
<b>Figure V.11:</b> Résultat de simulation 2046 de secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie (vitesse et pression) .....	103

## CHAPITRE VI: Pose de canalisation

<b>Figure VI.1:</b> Marquage du tube .....	108
<b>Figure VI.2:</b> Tube PEHD posé en tranchée.....	108
<b>Figure VI.3:</b> Tube PEHD posé en tranchée.....	109
<b>Figure VI.4:</b> Représentation graphique de blindage.....	110
<b>Figure VI.5:</b> Assemblage par l'électro-soudage .....	111
<b>Figure VI.6:</b> Assemblage par soudage bout à bout .....	111
<b>Figure VI.7:</b> Assemblage mécanique .....	112
<b>Figure VI.8:</b> Robinet-vanne à opercule .....	113
<b>Figure VI.9:</b> Vanne a papillon.....	113
<b>Figure VI.10:</b> Ventouse à triple fonctions .....	114
<b>Figure VI.11:</b> Poteau d'incendie avec prise centrale de DN 100 mm et deux prises latérales en DN 65mm.....	115
<b>Figure VI.12:</b> Régulateurs de pression.....	115

## CHAPITRE VII: Organisation du chantier

<b>Figure VII.1:</b> Pelle hydraulique .....	125
<b>Figure VII.2:</b> Bulldozer.....	126
<b>Figure VII.3:</b> Réseau a nœuds pour l'organisation de l'exécution des travaux de réalisation du réseau .....	129

## Liste des planches

**Planche N°1:** Plan de masse et réseau d'AEP existant du secteur caserne est.

**Planche N°2:** Plan de masse et réseau d'AEP existant du secteur caserne ouest.

**Planche N°3:** Plan de masse et réseau d'AEP projeté du secteur caserne est.

**Planche N°4:** Plan de masse et réseau d'AEP projeté du secteur caserne ouest.

**Planche N°5:** Profil en long de deux conduites principales de secteur caserne est et caserne ouest.

# NOMENCLATURE

- **AEP:** Alimentation en Eau Potable.
- **HMT:** Hauteur Manométrique Totale.
- **SP:** Station de Pompage.
- **BE:** Bureau d'étude.
- **DN:** Diamètre nominale.
- **PEHD:** Polyéthylène Haute Densité
- **D<sub>ext</sub>:** Diamètre extérieure.
- **Dot :** Dotation (l/j/hab.).
- **Hab:** Habitant.
- **Ch:** Consommation Horaire.
- **Q<sub>moy,j</sub> :** Consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/j).
- **Q<sub>max,j</sub> :** Débit de consommation maximum journalier(m<sup>3</sup>/j).
- **Q<sub>min,j</sub> :** Débit de consommation minimum journalier (m<sup>3</sup>/j).
- **K<sub>max,j</sub> :** Coefficient d'irrégularité maximum journalier
- **K<sub>min,j</sub> :** Coefficient d'irrégularité minimum journalier .
- **Q<sub>moy,h</sub> :** Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h)
- **K<sub>min,h</sub> :** Coefficient d'irrégularité minimum horaire.
- **K<sub>max,h</sub> :** Coefficient d'irrégularité maximum horaire.
- **DTR:** Document Technique de Réglementation (règle de pose de canalisation en plastique).

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

L'eau est essentielle à tout le monde, et les gestionnaires algériens de l'eau potable ont pour objectif de la distribuer dans le pays 24h/24, que ce soit en qualité ou en quantité.

Le réseau de distribution de la ville de Tizi-Ouzou comme tous les réseaux d'eau dans plusieurs villes d'Algérie, fait face à une croissance exponentielle de la population, de sorte que la demande en eau est également augmentée, ce qui pose un réel problème d'approvisionnement en eau potable pour les populations, de plus la vétusté des conduites et certains équipements aggravent la situation, de nombreuses infrastructures de distribution sont détériorées.

Le réseau de distribution en eau potable de Tizi-Ouzou connaît de nombreux dysfonctionnements dus au vieillissement des équipements, ce qui diminue considérablement son rendement ainsi que son efficacité. La nécessité de mettre en œuvre un schéma directeur pour optimiser le réseau de distribution s'avère important, compte tenu de l'insuffisance de la production et de la croissance constante des besoins en eau.

Notre étude intitulée "Réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la zone basse de la ville de Tizi-Ouzou (caserne Est et caserne Ouest)" vise la réhabilitation du système de distribution actuel afin d'assurer une alimentation régulière des abonnés.

Pour cela on va présenter la zone d'étude ensuite on va étudier le diagnostic du réseau existant et l'état actuel du système, puis on fera le calcul des besoins en eau.

Le calcul de la capacité de réservoir de stockage fera l'objet du quatrième chapitre.

Dans le cinquième chapitre on fait le calcul hydraulique du réseau d'AEP, on va procéder à une simulation hydraulique en utilisant le logiciel EPANET.

Le sixième et le septième chapitre se porteront sur la pose de canalisation et l'organisation du chantier

**Chapitre I :**  
Présentation de la zone d'étude

## I.1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de présenter la zone d'étude pour connaître la situation de la ville de Tizi-Ouzou du point de vue géographique, géologique, topographique, climatique, démographique et hydraulique ce qui nous permet de mener à bien notre travail et de prendre des mesures lors de l'élaboration de l'étude et la réalisation du projet sur le terrain.

## I.2 Présentation de la zone d'étude:

La wilaya de Tizi-Ouzou se situe au Nord d'Algérie à une centaine de kilomètres à l'Est de la capitale d'Alger. Elle est limitée géographiquement par la mer méditerranée au Nord avec 70 km de cote, à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes, à l'Est par la wilaya de Bejaia et au Sud par la wilaya de Bouira. Elle s'étale sur une superficie de 295 793 Ha.

Administrativement, elle est divisée en 21 daïras et 67 communes. C'est la wilaya d'Algérie qui possède le plus grand nombre de communes et ça d'après le dernier découpage administratif en 1984.

### I.2.1 Situation géographique :

Les limites naturelles de la wilaya de Tizi-Ouzou :

- Au nord : la mer méditerranée.
- Au sud : la chaîne cristalline du Djurdjura.
- A l'est : le massif de l'Akdafou.
- A l'Ouest : des collines et des vallées.

La ville de Tizi-Ouzou est le lieu d'aboutissement de 04 routes nationales (RN 12, RN 72, RN 30 et RN 15) et de 05 chemins de wilaya (CW 128, CW 100, CW 147, CW 02 et CW 174) sa superficie est de 10236 hectares.

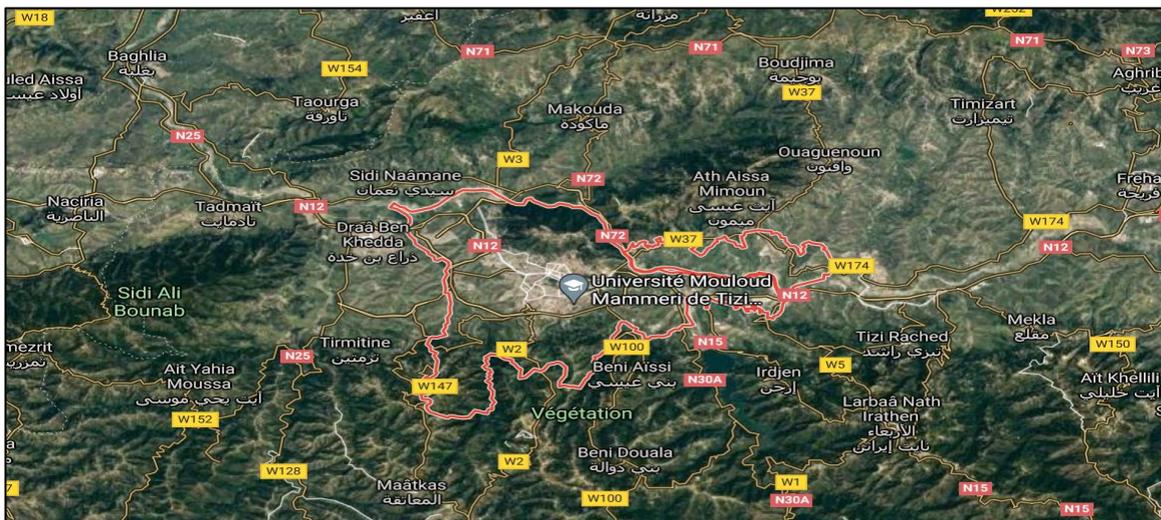


Figure I.1: Image satellitaire de la ville de Tizi-Ouzou source: Google Maps

### I.2.2 Situation géologique :

Du point de vue géologique, La commune de Tizi-Ouzou est caractérisée par trois (3) types de formations géologiques:

- alluvionnaires : sable, gravier, et l'argile au niveau des bords des terrasses qui longent l'oued du sébaou.
- socles kabyles composés de roches magmatiques et métamorphiques.
- sédimentaires composées essentiellement de marnes imperméables.

### I.2.3 Situation topographique :

La commune de Tizi-Ouzou a pour coordonnées géographiques:

- Latitude : 36° 43' 0" nord
- Longitude : 4° 03' 00" est.

#### I.2.3.1 Reliefs:

La ville de Tizi-Ouzou, caractérisé par 60% de montagnes, 30% de collines et 10% de vallées fait d'elle un point d'articulation entre plaine et montagne du Djurdjura.

### I.2.4 Sismicité :

D'après le document technique réglementaire des Règles Parasismiques Algériennes (RPA de 1999/version 2003) le territoire national est divisé en cinq (05) zones de sismicité croissante, définies sur la carte des zones de sismicité qui précise cette répartition par wilaya.

La Figure (I.2) représente les zones sismiques globales des différentes wilayas

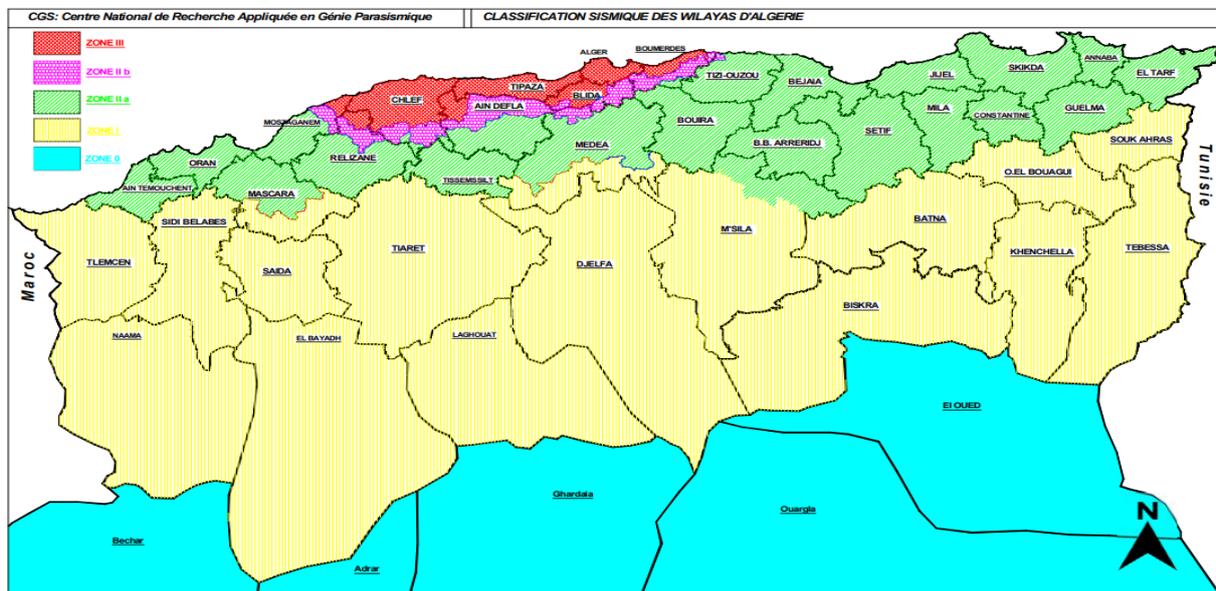


Figure I.2: Carte de zonage sismique du territoire national

(Source : RPA99 V.2003/ APRES ADDENDA)

La région d'étude est située dans la zone sismique (II-a) qui est d'une sismicité moyenne. Donc il faut que la réhabilitation tienne compte des secousses sismiques en renforçant les points sensibles (les raccords et les joints, la stabilité des canalisations ...etc.)

**I.2.5 Situation climatologique:**

Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons opposées, un hiver frais et pluvial suivi d'un été sec et chaud. Pour une meilleure caractérisation du climat de notre zone d'étude on va retenir les paramètres suivants pour la période allant de 2010 à 2020.

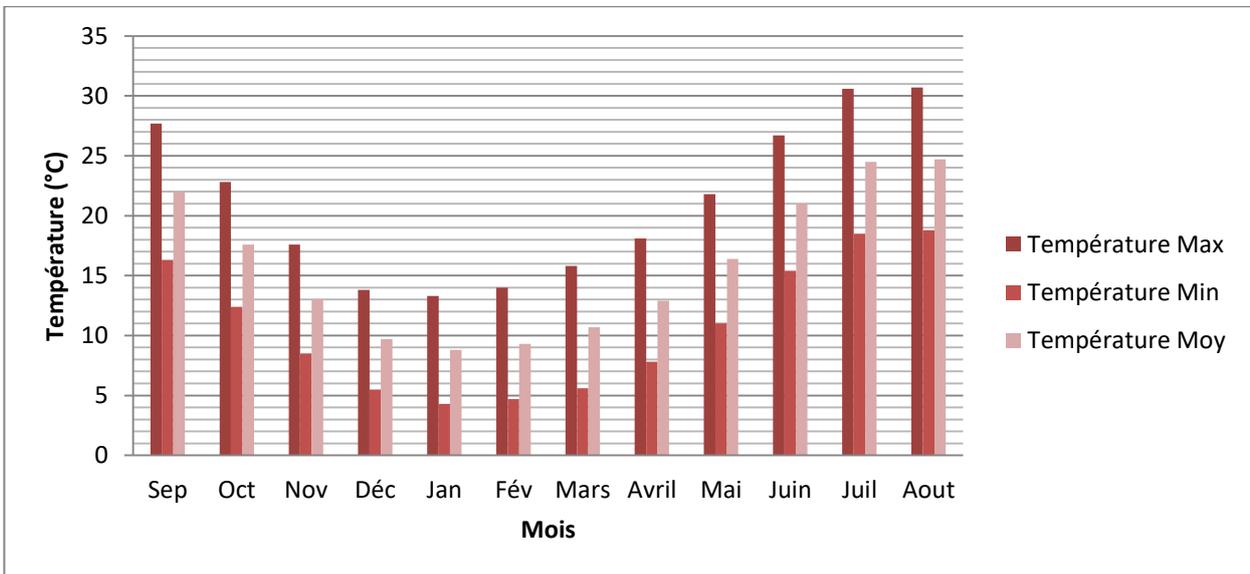
**I.2.5.1 Température:**

La température est influencée par la topographie du milieu à savoir l'altitude, le relief, la pente. Le tableau (I.1) et la figure (I.3) renseignent sur la température de la ville de Tizi-Ouzou sur une moyenne de 10ans.

**Tableau I.1:**Température maximales,minimales et moyennes mensuelles

Température °C	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>Max</b>	27,7	22,8	17,6	13,8	13,3	14	15,8	18,1	21,8	26,7	30,6	30,7
<b>Min</b>	16,3	12,4	8,5	5,5	4,3	4,7	5,6	7,8	11	15,4	18,5	18,8
<b>Moy</b>	22	17,6	13	9,7	8,8	9,3	10,7	12,9	16,4	21	24,5	24,7

Source: UN FAO climate info tool (période de 2010 à 2020)



**Figure I.3:**Variation des Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles annuelles

On remarque que les mois les plus chauds sont Juillet et Aout, leurs températures moyennes sont respectivement 24,7°C et 24,5°C. Les mois les plus froids sont Janvier et Février avec une température moyenne de l'ordre de 8,80°C et 9,30°C.

La température de notre zone d'étude est une température modérée et saisonnière (climat méditerranéen).

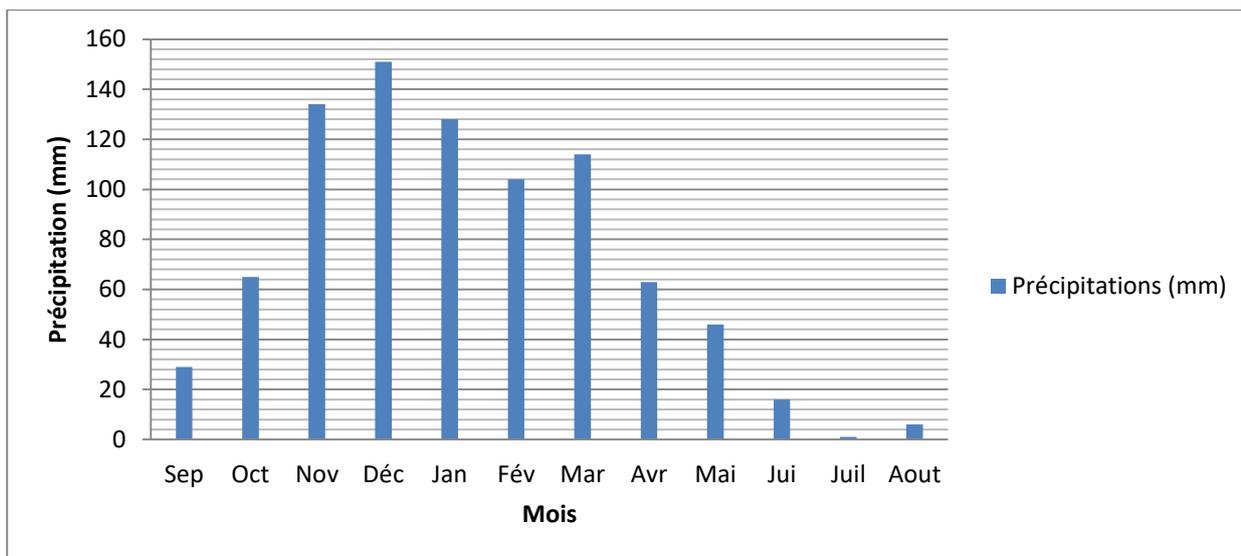
### I.2.5.2 Pluviométrie :

Les précipitations enregistrées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou sur la moyenne de 10ans sont représentées dans le tableau(I.2) et la figure (I.4) :

**Tableau I.2:**Précipitations moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
<b>Précipitations (mm)</b>	29	65	134	151	128	104	114	63	46	16	1	6

Source: UN FAO climate info tool (période de 2010 à 2020)



**Figure I.4:**Variations des précipitations moyennes mensuelles au cours de l'année

On peut constater que les précipitations sont irrégulières et la période pluvieuse s'étend du mois d'octobre jusqu'au mois de Mai, une moyenne totale est de 71,42mm.

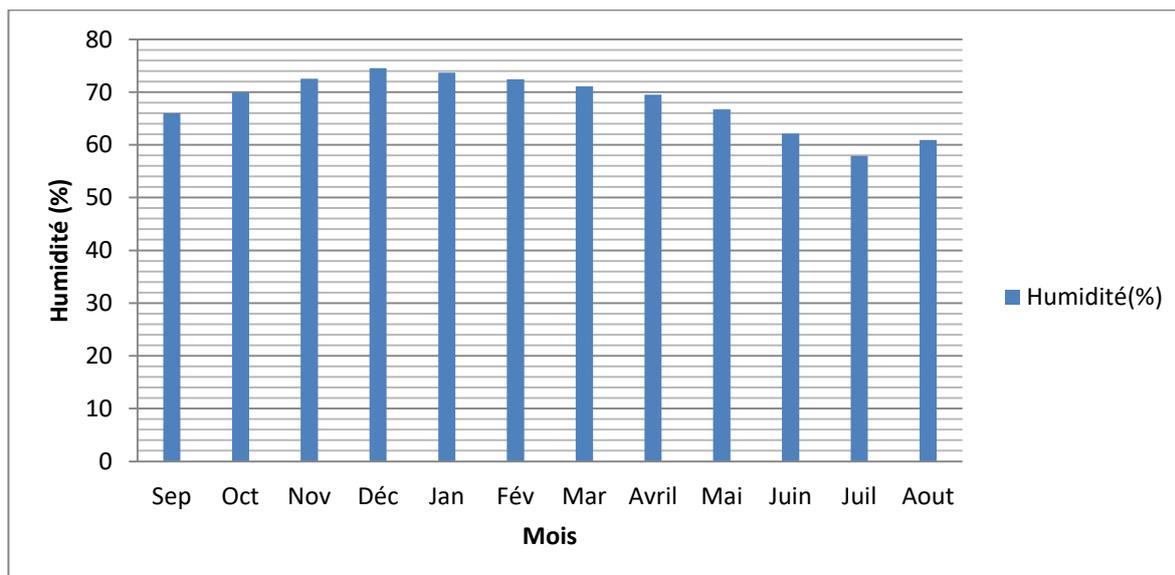
### I.2.5.3 Humidité:

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un degré hygrométrique assez élevé tout au long de l'année, l'humidité moyenne total enregistrées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou sur une moyenne de 10 ans représentée dans le tableau (I.3) et la figure (I.5).

**Tableau I.3:**Humidité moyenne mensuelle

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>Humidité(%)</b>	66	69,9	72,5	74,5	73,7	72,4	71,1	69,5	66,7	62,1	57,9	60,9

Source: UN FAO climate info tool (période de 2020 à 2020)



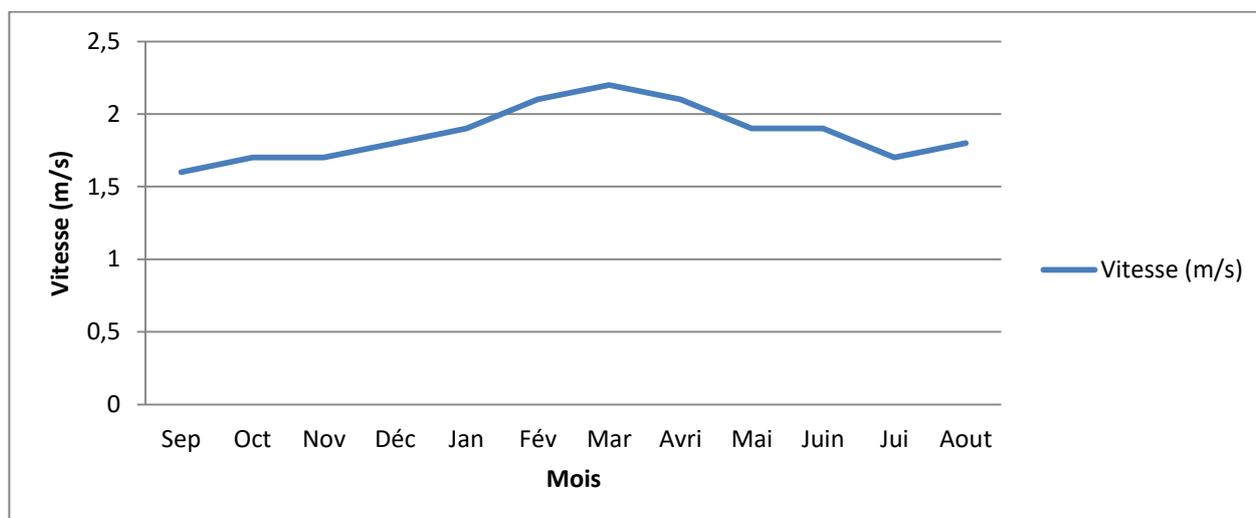
**Figure I.5:** Variations de l'humidité moyenne mensuelle au cours de l'année

#### I.2.5.4 Vents :

**Tableau I.4:** Vitesse moyenne du vent mensuelle

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Jui	Aout
Vitesse (m/s)	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1	1,9	1,9	1,7	1,8

Source: UN FAO climate info tool (période de 2010 à 2020)



**Figure I.6:** Variation des vitesses du vent moyennes mensuelles au cours de l'année

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

#### I.2.6 Situation démographique:

L'étude de la population reste une partie fondamentale dans notre étude: En 2007, la population totale de la willaya de Tizi-Ouzou était de 1 253 146 habitants ; celle de la commune de Tizi-Ouzou comptait 132 087 habitants.

Les tableaux (I.5) et (I.6) illustrent l'évolution de la population aux différents horizons de l'étude:

**Tableau I.5:**Evolution de la population de la wilaya de Tizi-Ouzou (1987-2027)

Année	1987	1998	2003	2007	2013	2018	2023	2027
Population (hab.)	936948	1106588	1182407	1253146	1370249	1467372	1549711	1601305

Source : BE.SARL BIB (Mission B)

**Tableau I.6:**Evolution de la population de la commune de Tizi-Ouzou (1987-2027)

Année	1987	1998	2003	2007	2013	2018	2023	2027
Population (hab.)	92412	117259	124657	132087	145987	157753	168138	175286

Source : BE.SARL BIB (Mission B)

### I.2.7 Situation hydraulique :

Le système d'AEP de Tizi-Ouzou est composé de trois chaînes d'adduction, ayant chacune comme source d'alimentation un champ de captage différent dans les alluvions de l'oued Sébaou, l'un d'entre eux étant également renforcé par les eaux du barrage de Taksebt, ces trois chaînes d'adduction sont les suivants :

- La chaîne de Boukhalfa, alimentée par le champ captant du même nom.
- La chaîne de pont de bougie, alimentée par le champ captant du même nom.
- La chaîne d'Oued Aissi, alimentée par le champ captant du même nom et renforcé de façon provisoire par les eaux provenant du barrage de Taksebt.

Le système d'AEP actuellement en service inclut 27 forages, dont 20 sont en fonctionnement, près de 59 km de conduites d'adduction, 16 réservoirs destinés à l'adduction et 9 stations de pompes. De ces 16 réservoirs, 12 également permettant l'alimentation de réseaux de distribution et possèdent ainsi une double fonction. Le système d'AEP permet l'alimentation de 14 réservoirs de distribution dont 11 desservent le réseau de la ville de Tizi-Ouzou.

Toutes les stations de pompage sont annexes à des réservoirs et aucune d'entre elles n'alimente directement un réseau de distribution.

#### I.2.7.1 Forages:

Le tableau (I.7) présente un listage des forages existants actuellement, avec indication de leurs principales caractéristiques, notamment le nombre de groupes, le débit nominal des groupes électropompe (Q), la hauteur manométrique de refoulement (HMT) ainsi que leur état.

**Tableau I.7:** Forage de système d'AEP de Tizi-Ouzou

Chaîne	Désignation des ouvrages	Principales caractéristiques			Observations
		Nombre	Q (m <sup>3</sup> /h)	H(m)	
Boukhalfa	Boukhalfa BK1	1	216	86	Hors service
	Boukhalfa BK2	1	216	86	
	Boukhalfa BK3	1	216	86	
	Boukhalfa BK4	1	216	86	Hors service
	Boukhalfa BK5	1	75	155	En exploitation
	Boukhalfa BK6	1	108	-	
	Boukhalfa BK7	1	100	120	
	Boukhalfa BK8	1	140	100	
	Boukhalfa BK9	1	130	120	
	Boukhalfa BK10	1	216	86	Hors service
	Boukhalfa BK11	1	140	120	En exploitation
	Boukhalfa BK12	1	100	150	
	Boukhalfa BK13	1	140	120	
Oued Aissi	Oued Aissi OA1	1	57	120	En exploitation
	Oued Aissi OA2	1	50	120	
	Oued Aissi OA3	1	60	160	
	Oued Aissi OA4	1	84	122	Forage perdu
	Oued Aissi OA5	1	52	122	
	Oued Aissi OA6	1	90	-	Hors service
	Oued Aissi OA7	1	50	120	En exploitation
	Oued Aissi OA8	1	60	120	
	Oued Aissi OA9	1	84	122	
Pont de Bougie	Pont de Bougie PB 1	1	100	24	En exploitation
	Pont de Bougie PB2	1	100	30	
	Pont de Bougie PB3	1	100	25	
	Pont de Bougie PB4	1	100	30	
	Pont de Bougie PB5	1	54	25	

Source: BE.SARL BIB (Mission C)

### I.2.7.2 Stations de traitement :

Le système d'AEP de la ville de Tizi-Ouzou possède deux stations de traitement d'eau monobloc permettant de traiter les eaux provenant du barrage de Taksebt.

Le tableau (I.8) présente les stations de traitement d'eau existantes actuellement avec indication de leurs caractéristiques principales, notamment leur ligne de traitement et leur capacité installée.

**Tableau I.8:** Stations de traitement du système d'AEP de Tizi-Ouzou

Chaîne	Désignation des ouvrages	Principales caractéristiques		Observations
		Ligne de traitement	Capacité (m <sup>3</sup> /j)	
Oued Aissi	Taksebt	Floculation +filtration+chloration	15000	Station monobloc
	irdjen	Floculation +filtration+chloration	10000	Station monobloc

Source: BE.SARL BIB (Mission C)

### I.2.7.3 Stations de pompages :

Le système d'AEP de la ville de Tizi-Ouzou possède 9 stations de pompages existantes. Leurs caractéristiques sont représentées dans le tableau (I.9).

**Tableau I.9:** Stations de pompage du système d'AEP de Tizi-Ouzou

Chaîne	Désignation des ouvrages	Principales caractéristiques			Observations
		nombre	Q (m <sup>3</sup> /h)	H (m)	
Boukhalfa	SP1 (ancienne station)	3(2+1)	2×250+96	153	En exploitation
	SP2 (nouvelle station)	3(2+1)	2×374+300	175	
	SP4(Amraoua)	3(2+1)	3×108	90	2groupes hors service
Pont de Bougie	SP5(Harouza)	2(1+1)	2×67	260	En exploitation
	SP6 (Pont de Bougie)	4(3+1)	3×100+79	200	Hors service
	SP7 (Pont de Bougie)	2(1+1)	2×280	190	En exploitation
Oued Aissi	SP Irdjen	3(2+1)	3×280	230	En exploitation
	SP Tizi-Ouzou	3(2+1)	3×300	96	
	SP9 (Bastos)	5(4+1)	5×180	120	

Source: BE.SARL BIB (Mission C)

### I.2.7.4 Réservoirs :

Le système d'AEP de la ville de Tizi-Ouzou possède un total de 18 réservoirs, avec les fonctions suivants:

- 4 réservoirs exclusivement destinés à l'adduction.
- 12 destinés à l'adduction et à la distribution.
- 2 exclusivement destinés à la distribution.

Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau (I.10).

**Tableau I.10:** Réservoirs du système d'AEP de Tizi-Ouzou

Chaîne	Désignation des ouvrages	Principales caractéristiques		
		Type	Capacité (m <sup>3</sup> )	Géométrie
Boukhalfa	Boukhalfa	Au sol	300	Circulaire
	Boukhalfa village	Semi-enterré	500	Circulaire
	Cherni Tala Allem	Au sol	1500	Circulaire
	Amraoua	Au sol	2×1500	Circulaire
	Bouteldja	Au sol	1500	Circulaire
	Haute ville 500	Semi-enterré	500	Circulaire
Oued Aissi	Tabset	Au sol	500	Circulaire
	Abid chamlel	Au sol	1500	Circulaire
	Bastos	Au sol	1000+500	Circulaire
	Caserne	Semi-enterré	5000	Rectangulaire
	Azib Ahmed	Au sol	2×1500	Circulaire
Pont de Bougie	TimizartLaghbar	Au sol	100	Circulaire
	Pont de Bougie 300	Enterré	300	Rectangulaire
	Pont de Bougie 50	Semi-enterré	50	Circulaire
	Harouza	Semi-enterré	100+500	Circulaire
	Haute ville 4000	Semi-enterré	4000	Circulaire
	Boubrit	Semi-enterré	500	Circulaire
	Sanatoruim	Semi-enterré	2×150+200	Circulaire

Source: BE.SARL BIB (Mission C)

### I.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a dressé le portrait de la wilaya de Tizi-Ouzou ainsi que de la ville de Tizi-Ouzou, pour connaître ces nombreuses caractéristiques. Cette étape est la plus essentielle, elle repose sur la collecte de données brutes, et ces données variées représentent les données fondamentales pour l'étude de notre zone.

Dans le chapitre suivant on va faire un diagnostic du réseau d'AEP existant pour connaître leur état et identifier les problèmes pour l'élaboration de notre travail qui est la réhabilitation du réseau d'AEP qu'on va développer dans les prochains chapitres.

# **Chapitre II:** **Diagnostic du réseau d'AEP**

## II.1 Introduction :

Avec le temps, les canalisations vieillissent, leurs diamètres deviennent insuffisants, leurs matériaux se détériorent et se fragilisent, et il arrive un moment où il faut les remplacer, qu'il s'agisse des canalisations de distribution elles-mêmes ou de celles des branchements, et la réhabilitation du réseau de distribution est plus que nécessaire.

Dans ce chapitre on a comme objectif d'exploiter les informations et les données disponibles au bureau d'étude Bourouba (BIB) afin de localiser les problèmes du réseau existant (secteur caserne est et caserne ouest) s'ils existent pour proposer une démarche de réhabilitation du réseau d'AEP.

## II.2 Définition d'un réseau de distribution d'eau potable :

Le réseau d'eau potable est un ensemble des circuits hydrauliques qui permettent de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'aux abonnés.

Ce circuit peut comporter :

- Réservoir(s).
- Conduites de différents diamètres et natures.
- Accessoires et pièces spéciales (statiques ou dynamiques) : Vannes, Té; Coudes, Cônes de réduction, ventouses ... etc.
- Branchements.
- Ouvrages annexes (regards, bouches à clé etc...).

## II.3 Type des réseaux :

### II.3.1 Réseau de distribution ramifié :

Composé de conduites qui vont toujours en se divisant à partir du point d'alimentation sans jamais se refermer pour former une boucle.

#### a) Avantage :

- Linéaire réduit des canalisations, nombre moins important des équipements hydrauliques (avantage économique).
- Minimisation des vannes à manœuvrer en cas de coupure.

#### b) Principal inconvénient:

- Absence d'alimentation en retour.
- Risque de dégradation de la qualité d'eau (en cas de faibles consommations).

### II.3.2 Réseau de distribution maillé :

Composé de conduites suivant des contours fermés formant ainsi plusieurs mailles.

#### a) Avantage : Souplesse en exploitation

#### b) Inconvénient : Coût élevé

### II.3.3 Réseau de distribution étagé :

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait que la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points bas.

En effet, le réseau nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire alimenté par le premier qui permet de la régulariser la pression dans le réseau.

#### a) Avantage :

- Éviter les problèmes énormes posés par les fortes pressions.

- Assurer une pression de service acceptable.

**b) Inconvénient :**

- Maintenance fréquente des équipements de sectionnement
- Plusieurs points de mesures en cas d'alimentation à partir de plus d'un réservoir.

**II.4 Diagnostic physique du réseau de distribution de toute la ville de Tizi-Ouzou:**

**II.4.1 Secteurs du réseau de distribution :**

**Tableau II.1:**Secteurs du réseau de distribution et réservoirs d'alimentation

Secteurs	Réservoirs d'alimentation
Secteur 1	Tala Alam et la Caserne.
Secteur 2	Amraoua et la Haute ville 500
Secteur 3	Bouteldja.
Secteur 4	Boubrit, Haute ville 4000 et Harouza
Secteur 5	Sanatorium
Secteur 6	Harouza
Secteur 7	la Caserne
Secteur 8	Azib Ahmed
Secteur 9	Bastos

Source: BE SARL BIB (Mission B)

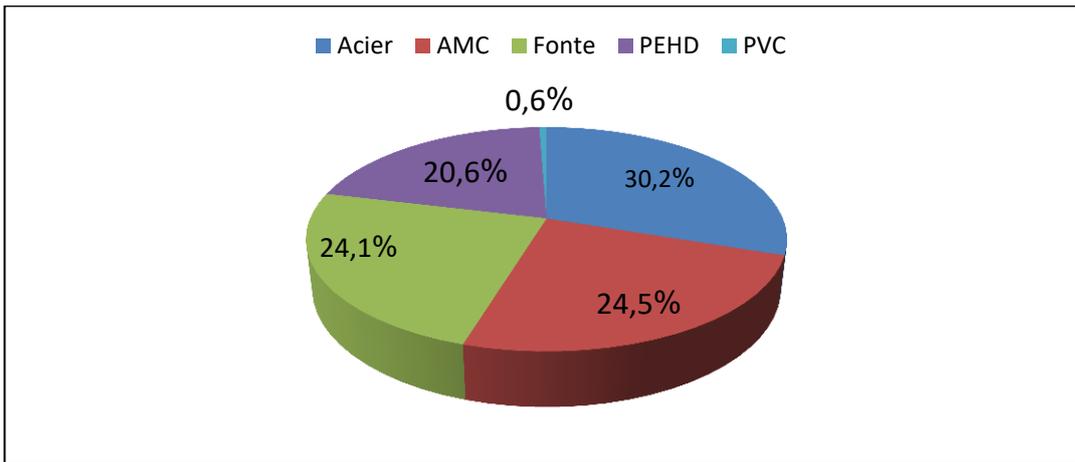
**II.4.2 Type de canalisation :**

Le réseau de distribution possède plus de 166 km de conduites, dont les diamètres varient entre 26 mm et 500mm, les matériaux de ces conduites sont : Acier, Amiante ciment, Fonte, PEHD et PVC (Tableau II.2 ; et figure II.1).

**Tableau II.2 :**Répartition des conduites de distribution par matériaux

matériaux	Longueur (ml)	Pourcentage (%)
Acier	50207,6	30,2
AMC	40782,03	24,5
Fonte	40061,77	24,1
PEHD	34282,49	20,6
PVC	1067,97	0,6
total	166401,91	100

Source: BE SARL BIB (Mission B)



**Figure II.1:** Répartition graphique des conduites de distribution par type de matériaux

**Observations:**

Dans la ville de Tizi-Ouzou:

La majorité des conduites utilisées dans le réseau sont l'Acier, l'Amiante-ciment et le Fonte leurs pourcentages sont respectivement 30,2%, 24,5% et 24,1%.

Les conduites en PEHD représentent 20,6% du réseau existant.

Les conduites en PVC sont peu utilisées (0,6%)

**Tableau II.3:** Répartition des conduites par diamètre et longueur

Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Pourcentage (%)	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Pourcentage (%)
26	139,58	0,1	110	1343,78	0,8
33	6240,73	3,8	125	17245,75	10,4
40	6564,77	3,9	150	17577,31	10,6
50	20013,51	12	160	855,34	0,5
60	9935,75	6	175	630,64	0,4
63	11567,93	7	200	3909,27	2,3
66	698,54	0,4	250	8516,11	5,1
75	8672,36	5,2	300	6283,14	3,8
80	21169,78	12,7	350	1102,24	0,7
90	4657,56	2,8	500	1010,2	0,6
100	18267,68	11	total	166401,91	100

Source: BE SARL BIB (Mission B)

**II.4.3 Type d'équipement :**

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent ainsi de régler les débits.

Le réseau de distribution de la ville de Tizi-Ouzou possède également 596 vannes de sectionnement dont les diamètres varient entre 40mm et 350mm, 4 types d'installations pour ces vannes ont été identifiées : vannes sous bouche, vanne sous regard (visitables) et vannes sous regard avec tampon bitume ou non visible.

Le nombre et le type d'installation sont classés dans le tableau(II.4).

**Tableau II.4:**Répartition des vannes de sectionnement par type d'installation

Type d'installation	Nombre	Pourcentage (%)
Bouche à clés	118	19,8
Sous regard	320	53,7
Bitumé ou non visible	113	19
Sous regard avec tampon	45	7,96
Total	596	100

Source: BE SARL BIB (Mission B)

## II.5 Description détaillée du système d'approvisionnement:

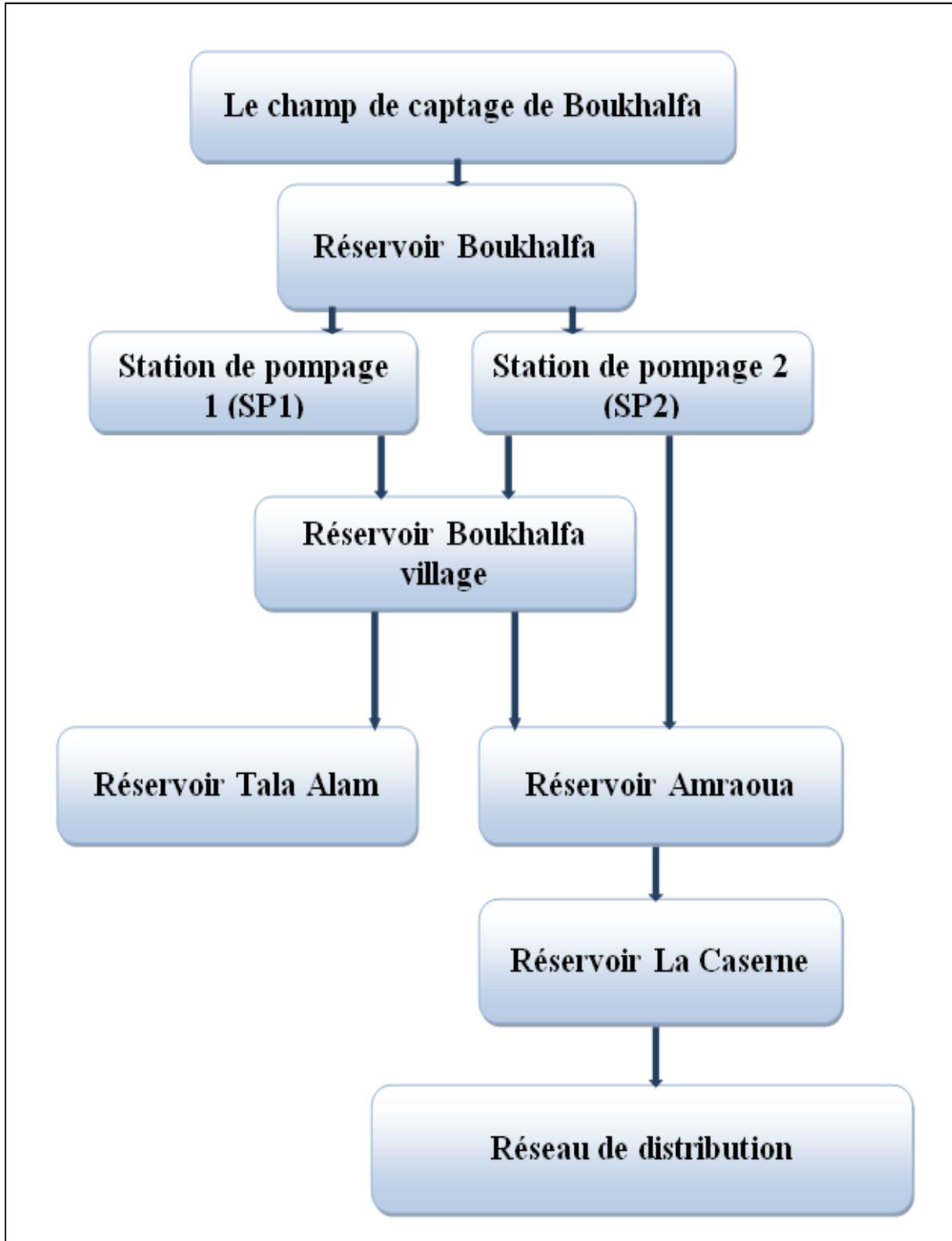
Le système d'approvisionnement en eau potable de deux secteurs de la ville de Tizi-Ouzou est assuré par:

- La chaîne de Boukhalfa, alimentée par le champ de captage de Boukhalfa (des forages).
- La chaîne d'Oued Aissi, alimentée par le champ de captage d'Oued Aissi (des forages) et renforcé de façon provisoire par les eaux provenant du barrage de Taksebt.

### III.4.1. Schéma descriptive du système d'AEP existant :

Les figures (II.2) et (II.3) représentent les deux chaînes d'approvisionnement en eau potable.

a. La chaine de Boukhalfa



**Figure II.2:**Schéma descriptive du système d'AEP (la chaine de Boukhalfa)

b. La chaîne d'Oued-Aissi

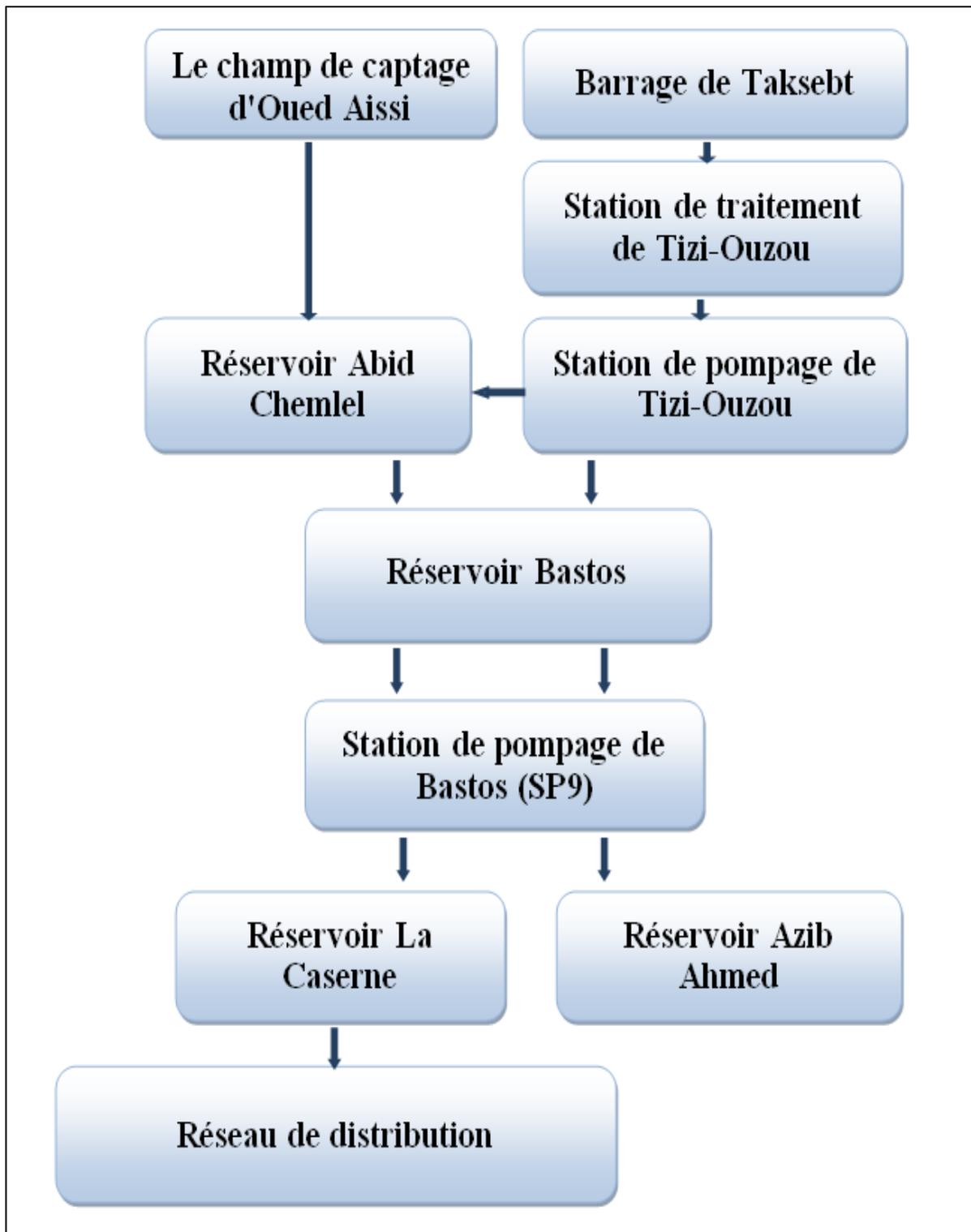


Figure II.3:Schéma descriptive du système d'AEP (la chaîne de Oued Aissi)

**I.5.2. Conduites d'adductions:**

Le tableau (II.5) représente les conduites d'adduction du système d'AEP

**Tableau II.5:**Conduites d'adduction du système d'AEP

Chaîne	Désignation des ouvrages	Principales caractéristiques			
		Matériaux	Diamètres (mm)	Longueurs (m)	Type
Oued Aissi	Barrage de Taksebt-ST Tizi-Ouzou	Acier	350	200	Gravitaire
	SP TiziOuzou-R.AbidChemlel	PEHD	250	4900	Refoulement
	R.Abidchemlel-Bastos 1	PEHD/Acier	315/400	2239	Gravitaire
	R.Abidchemlel-Bastos 2	PEHD	315	2089	Gravitaire
	R.Abidchemlel-Bastos 3	PEHD	315	2217	Gravitaire
	SP9-R.Caserne	FD	400	2638	Refoulement
	SP9-R.Azib Ahmed	Acier	350	3128	Refoulement
Boukhalfa	Boukhalfa -SP1	Acier	350	13	Gravitaire
	Boukhalfa-SP2	Acier	400	56	Gravitaire
	SP1-R.Boukhalfa village	Acier	400	1630	Refoulement
	SP2-R.Boukhalfa village	Acier	400	1656	Refoulement
	SP2-Amraoua	PEHD	500	3812	Refoulement
	Boukhalfa village-Amraoua 400	Acier	400	2140	Gravitaire
	Boukhalfa village-Amraoua 250	AMC	250	2100	Gravitaire
	Amraoua-Caserne	Acier	400	2234	Gravitaire

Source : BE SARL BIB

**Résultats:**

Le réseau d'AEP des deux secteurs de notre zone d'étude est alimenté à partir du réservoir la caserne, ce dernier est alimenté par des apports venant à partir de la conduite de refoulement (FD ; DN400; L=2638) de la station de pompage de bastos SP9 (Réservoir bastos) et la conduite gravitaire (Acier ; DN 400 ; L=2234) du réservoir Amraoua.

## II.6 Description du réservoir la caserne:

### II.6.1 Données générales:

**Tableau II.6:**Données générales sur le réservoir la Caserne

Localité	El bordj
Capacité (m <sup>3</sup> )	5000m <sup>3</sup>
Forme géométrique	Rectangulaire/ semi-enterré
Nature de l'ouvrage	Béton armé
Année de mise en service	1980
Cote du radier (m)	220
L'accès extérieur	Facile, à partir de la route de l'hôtel lala'khedidja
Le portail	Bon état (en grillage)
La clôture	Bon état (métallique)
L'accès extérieur	Facile
Eclairage	existe

Source : BE SARL BIB

### II.6.2 Etat du réservoir et la chambre des vannes:

L'état du réservoir et l'état de la chambre des vannes du réservoir la caserne sont représentés dans le tableau (II.7) et le tableau (II.8)

**Tableau II.7:**Etat du réservoir la Caserne

		Etat (Remarques)
<b>Réservoir</b>	Etat du génie civil	Bon état
	Enduit intérieur	-
	Enduit extérieur	-
	Peinture	-
	Etanchéité de la toiture	Bon état

Source : BE SARL BIB

**Tableau II.8:**Etat de la chambre des vannes

		Etat (Remarques)
<b>Chambre des vannes</b>	Etat du génie civil	Bon état
	Enduit intérieur	-
	Enduit extérieur	-
	Peinture	-
	Etanchéité de la toiture	Est pratiquement enterrée elle se situe en-dessous du réservoir

Source : BE SARL BIB

### II.6.3 Etat des équipements du réservoir:

Le tableau (II.9) représente l'état des équipements du réservoir la caserne

**Tableau II.9:**Etat des équipements du réservoir

Equipement	Type	Diamètre (mm)	Etat (Remarques)
Conduites d'entrée	Acier	400	Bon état
	Fonte (nouvelle)	400	
Conduites de sortie	Acier	400	Mauvais état, fuite au niveau de la vanne
	Acier	300	
	Acier	300	Bon état
	Acier	350	Bon état
	Acier	400	Mauvais état, fuite au niveau de la vanne
	Acier	80	Bon état
Acier	80		
Conduites de trop plein	Acier	400	
	Acier	400	
Conduites de vidange	Acier	400	Conduite en bon état mais sa vanne ne fonctionne pas
	Acier	400	Bon état

Source : BE SARL BIB

**Autre indications:**

- Le réservoir se situe à côté d'une caserne de la gendarmerie nationale.
- La trappe du réservoir est rouillée.
- Le réservoir est partagé en 18 chambre (vu sa grandeur).
- A cause de sa grandeur, notre réservoir a deux conduites de trop plein, qui sont identiques.
- Le réservoir a une cote de trop-plein 227m.
- Un autre secteur (Nouvelle ville) est également alimenté par le réservoir de la caserne.

**II.7 Diagnostic physique du réseau de distribution du premier secteur (Caserne Est):**

Le secteur Caserne Est s'étale a une superficie de 103 ha, il dote d'un système de distribution maillé, il est constitué principalement de conduite en Amiante-ciment, Acier, Fonte et PEHD.

**II.7.1 Matériau des conduites du réseau existant:**

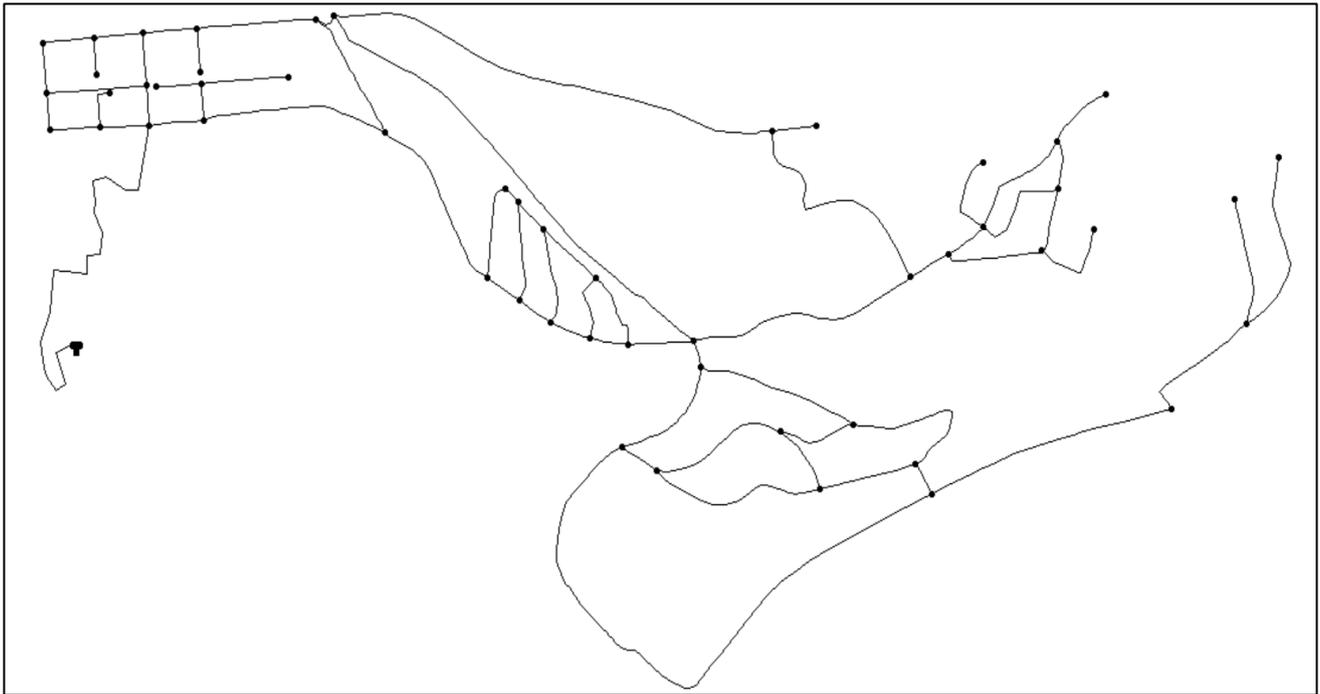
Les caractéristiques du réseau sont représentées dans le tableau(II.10)

**Tableau II.10:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne est

<b>Conduites</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Matériaux</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>Etat</b>
P1	71,6	AMC	60	Mauvais
P2	73,64	AMC	60	Mauvais
P3	48,84	AMC	175	Mauvais
P4	67,04	AMC	175	Mauvais
P5	74,34	PEHD	200	Bon
P6	48,01	AMC	60	Mauvais
P7	145,1	AMC	60	Mauvais
P8	71,29	PEHD	200	Bon
P9	69,47	AMC	125	Mauvais
P10	61,74	AMC	60	Mauvais
P11	53,22	AMC	150	Mauvais
P12	79,31	AMC	250	Mauvais
P13	49,38	AMC	60	Mauvais
P14	64,77	AMC	60	Mauvais
P15	126,9	AMC	60	Mauvais
P16	78,99	PEHD	200	Bon
P17	58,83	AMC	150	Mauvais
P18	173,2	PEHD	200	Bon
P19	34,92	PEHD	200	Bon
P20	181,8	AMC	60	Mauvais
P21	270,9	AMC	250	Mauvais
P22	666	Acier	80	Mauvais
P23	683,1	Fonte	150	Mauvais
P24	252,6	AMC	250	Mauvais
P25	127,2	PEHD	110	Bon
P26	26,84	Acier	60	Mauvais
P27	25,32	Acier	100	Mauvais
P28	132,8	Acier	60	Mauvais
P29	55,51	AMC	250	Mauvais
P30	53,78	AMC	250	Mauvais
P31	128,5	Acier	60	Mauvais
P32	51,65	Acier	100	Mauvais

**Tableau II.10:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne est (suite)

<b>Conduites</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Matériaux</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>Etat</b>
P33	99,11	Acier	100	Mauvais
P34	106,9	Acier	80	Mauvais
P35	59,93	AMC	250	Mauvais
P36	90,04	Acier	60	Mauvais
P37	56,36	AMC	250	Mauvais
P38	95,11	Acier	250	Mauvais
P39	36,78	AMC	250	Mauvais
P40	169	AMC	250	Mauvais
P41	899,1	Fonte	80	Mauvais
P42	60,26	Fonte	80	Mauvais
P43	257,9	Fonte	80	Mauvais
P44	200	PEHD	75	Bon
P45	97,09	PEHD	75	Bon
P46	236,3	AMC	100	Mauvais
P47	113,8	PEHD	63	Bon
P48	241	PEHD	63	Bon
P49	143,2	Fonte	80	Mauvais
P50	45,57	Fonte	80	Mauvais
P51	366	AMC	150	Mauvais
P52	184	Acier	100	Mauvais
P53	167,4	Acier	80	Mauvais
P54	336,8	Acier	150	Mauvais
P55	332,1	Acier	33	Mauvais
P56	63,15	Acier	150	Mauvais
P57	143,5	Acier	80	Mauvais
P58	63,04	Acier	80	Mauvais
P59	115,1	Acier	40	Mauvais
P60	163,2	Acier	80	Mauvais
P61	149,8	Fonte	60	Mauvais
P62	86,02	Fonte	60	Mauvais
P63	66,47	Fonte	60	Mauvais
P64	124,5	Acier	40	Mauvais
P65	95,99	Acier	80	Mauvais
P66	251,1	Acier	80	Mauvais
P67	64,11	Fonte	60	Mauvais
P68	615,893	AMC	360	Mauvais



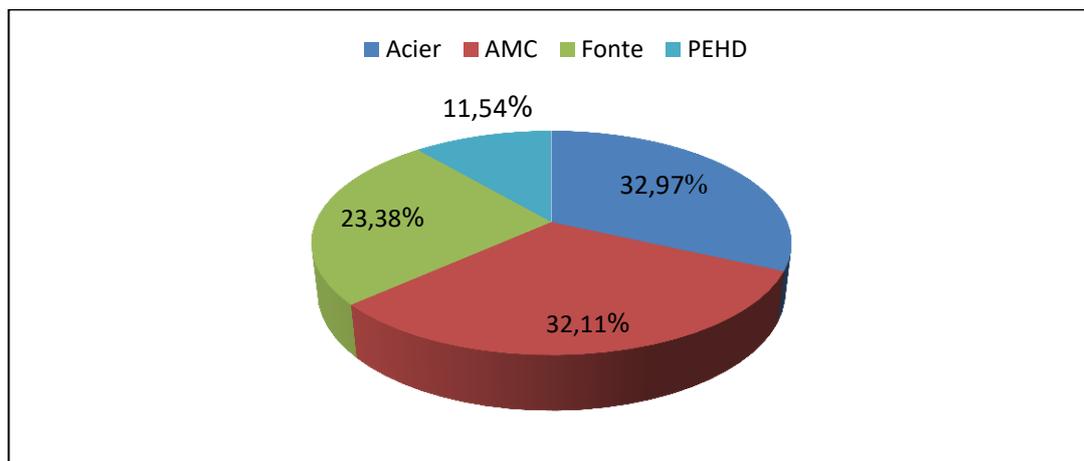
**Figure II.4:**Tracé de la simulation du réseau de distribution existant du secteur caserne est

La répartition des tronçons par nature du matériau est montrée dans le tableau (II.11)

**Tableau II.11:**Répartition des tronçons par nature du matériau (secteur caserne est)

<b>Réseau de distribution</b>		
<b>Matériau</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Longueur (%)</b>
Acier	3462,15	32,97
AMC	3372,703	32,11
Fonte	2455,53	23,38
PEHD	1211,83	11,54
Total	10502,213	100

La figure (II.5) représente la répartition des conduites du secteur selon la nature du matériau



**Figure II.5:**Répartition linéaire des conduites de distributions selon la nature du matériau dans le secteur caserne est

La répartition des tronçons par diamètres des conduites dans le réseau existant est montrée dans le tableau (II.12) et représentée dans la figure (II.6):

**Tableau II.12:**Répartition des tronçons par diamètres des conduites (secteur caserne est)

<b>matériau</b>	<b>Diamètre extérieur (mm)</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Longueur (%)</b>
AMC	360	615,893	5,86
	250	1034,17	9,85
	175	115,88	1,10
	150	478,05	4,55
	125	69,47	0,66
	100	236,3	2,25
	60	822,94	7,84
Acier	250	95,11	0,91
	150	399,95	3,81
	100	360,08	3,43
	80	1657,13	15,78
	60	378,18	3,60
	40	239,6	2,28
	33	332,1	3,16
Fonte	150	683,1	6,50
	80	1406,03	13,39
	60	366,4	3,49
PEHD	200	432,74	4,12
	110	127,2	1,21
	75	297,09	2,83
	63	354,8	3,38

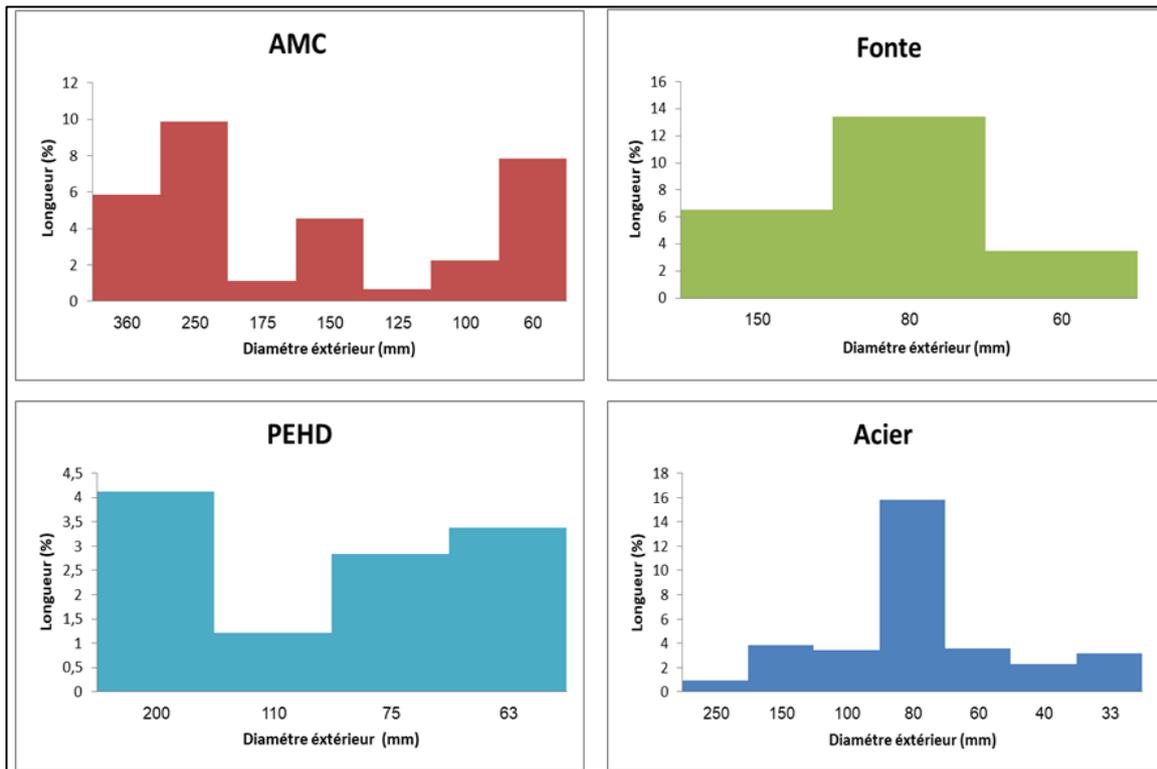


Figure II.6: Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau existant (caserne est)

## II.8 Diagnostic physique du réseau de distribution du deuxième secteur (Caserne Ouest):

Le secteur Caserne Ouest s'étale a une superficie de 145 ha, il dote d'un système de distribution mixte (environ 80% maillé ; 20% ramifié), il est constitué principalement de conduite en Amiantement, Acier, Fonte, PVC et PEHD.

### II.8.1 Matériau des conduites du réseau existant:

Tableau II.13: Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest

Conduites	Longueurs (m)	Matériaux	DN (mm)	Etat
P1	430,4	AMC	360	Mauvais
P2	322,6	AMC	150	Mauvais
P3	61,74	Fonte	60	Mauvais
P4	441,6	Fonte	60	Mauvais
P5	2,937	AMC	125	Mauvais
P6	224,9	AMC	125	Mauvais
P7	4,647	AMC	125	Mauvais
P8	105,9	Acier	60	Mauvais
P9	479,5	AMC	150	Mauvais
P10	91,19	Acier	60	Mauvais
P11	122,2	Acier	40	Mauvais
P12	68,42	Acier	60	Mauvais

**Tableau II.13:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

Conduites	Longueurs (m)	Matériaux	DN (mm)	Etat
P13	41,87	Acier	60	Mauvais
P14	47,94	Acier	40	Mauvais
P15	42,29	Acier	40	Mauvais
P16	413,3	AMC	150	Mauvais
P17	670,5	AMC	125	Mauvais
P18	136,6	AMC	175	Mauvais
P19	198,8	PVC	40	Mauvais
P20	146,3	PVC	40	Mauvais
P21	119,4	PVC	40	Mauvais
P22	39,42	AMC	100	Mauvais
P23	46,17	AMC	100	Mauvais
P24	37,47	PVC	40	Mauvais
P25	4,959	AMC	100	Mauvais
P26	108,6	PVC	40	Mauvais
P27	112,6	AMC	175	Mauvais
P28	131,2	AMC	100	Mauvais
P29	47,07	AMC	100	Mauvais
P30	2,315	AMC	100	Mauvais
P31	71,55	PVC	40	Mauvais
P32	46,74	Acier	60	Mauvais
P33	70	PVC	40	Mauvais
P34	26,63	AMC	100	Mauvais
P35	71,28	PVC	40	Mauvais
P36	27,16	PVC	40	Mauvais
P37	25,98	Acier	125	Mauvais
P38	42,85	PVC	40	Mauvais
P39	123,4	PVC	40	Mauvais
P40	23,08	AMC	125	Mauvais
P41	2,223	AMC	125	Mauvais
P42	83,36	PVC	40	Mauvais
P43	77,02	AMC	125	Mauvais
P44	173,5	Acier	60	Mauvais
P45	96,78	AMC	125	Mauvais
P46	85,42	AMC	125	Mauvais
P47	220	Acier	60	Mauvais
P48	217,6	AMC	125	Mauvais
P49	41,73	AMC	125	Mauvais
P50	43,79	Acier	60	Mauvais

**Tableau II.13:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

Conduites	Longueurs (m)	Matériaux	DN (mm)	Etat
P51	36,21	AMC	125	Mauvais
P52	66,19	Acier	60	Mauvais
P53	45,88	AMC	125	Mauvais
P54	408,7	AMC	125	Mauvais
P55	234,1	Acier	60	Mauvais
P56	84,5	AMC	125	Mauvais
P57	180	AMC	125	Mauvais
P58	372,5	Acier	80	Mauvais
P59	10,48	AMC	150	Mauvais
P60	425,3	AMC	100	Mauvais
P61	279,4	Acier	60	Mauvais
P62	745,2	Acier	100	Mauvais
P63	3,311	AMC	150	Mauvais
P64	194,7	AMC	150	Mauvais
P65	24,06	AMC	150	Mauvais
P66	112,6	AMC	150	Mauvais
P67	77,67	AMC	150	Mauvais
P68	9,372	AMC	150	Mauvais
P69	200,9	Acier	60	Mauvais
P70	227	Acier	33	Mauvais
P71	130,5	Acier	33	Mauvais
P72	216	Acier	60	Mauvais
P73	176,4	Acier	60	Mauvais
P74	25,11	AMC	100	Mauvais
P75	126,1	AMC	100	Mauvais
P76	111,9	Acier	33	Mauvais
P77	36,74	Acier	60	Mauvais
P78	72,76	Acier	33	Mauvais
P79	114,7	Acier	60	Mauvais
P80	79,39	Acier	33	Mauvais
P81	71,77	Acier	60	Mauvais
P82	89,15	Acier	60	Mauvais
P83	81,23	Acier	33	Mauvais
P84	80,85	Acier	33	Mauvais
P85	77,01	Acier	33	Mauvais
P86	165,3	Acier	33	Mauvais
P87	109	PEHD	200	Bon
P88	52,11	PEHD	200	Bon

**Tableau II.13:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

Conduites	Longueurs (m)	Matériaux	DN (mm)	Etat
P89	132,5	PEHD	200	Bon
p90	334	Acier	60	Mauvais
p91	538,7	Acier	60	Mauvais
P92	325	Acier	60	Mauvais
P93	36,98	Acier	40	Mauvais
P94	232,7	Acier	40	Mauvais
P95	21,86	PEHD	90	Bon
P96	131,6	PEHD	90	Bon
P97	81,1	PEHD	160	Bon
P98	59,02	PEHD	160	Bon
P99	123,8	PEHD	160	Bon
P100	150	PEHD	63	Bon
P101	78,79	PEHD	63	Bon
P102	245,4	PEHD	160	Bon
P103	308,9	PEHD	110	Bon
P104	99,68	PEHD	125	Bon
P105	169,1	PEHD	110	Bon
P106	194,1	PEHD	63	Bon
P107	52,18	PEHD	125	Bon
P108	98,61	PEHD	160	Bon
P109	13,21	PEHD	160	Bon
P110	12,9	PEHD	125	Bon
P111	185,1	PEHD	110	Bon
P112	196,7	PEHD	90	Bon
P113	171,7	PEHD	90	Bon
P114	124,5	PEHD	160	Bon
P115	43,39	PEHD	125	Bon
P116	308,5	PEHD	90	Bon
P117	248,7	PEHD	90	Bon
P118	109,3	PEHD	90	Bon
P119	176,7	PEHD	90	Bon
P120	96,26	PEHD	90	Bon
P121	353,3	PEHD	90	Bon
P122	112,8	PEHD	63	Bon
P123	100,5	PEHD	110	Bon
P124	129,1	PEHD	90	Bon
P125	202,3	PEHD	63	Bon
P126	106	PEHD	63	Bon

**Tableau II.13:**Caractéristiques des tronçons du réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

Conduites	Longueurs (m)	Matériaux	DN (mm)	Etat
P127	101,8	PEHD	125	Bon
P128	229,6	PEHD	63	Bon
P129	163,3	PEHD	90	Bon
P130	354,6	PEHD	90	Bon
P131	60,59	AMC	125	Mauvais
P132	411,6	AMC	125	Mauvais
P133	276,5	FONTE	80	Mauvais
P134	224,7	FONTE	60	Mauvais
P135	53,48	AMC	100	Mauvais
P136	71,47	PEHD	90	Bon
P137	22,36	Acier	60	Mauvais
P138	343,5	Acier	60	Mauvais



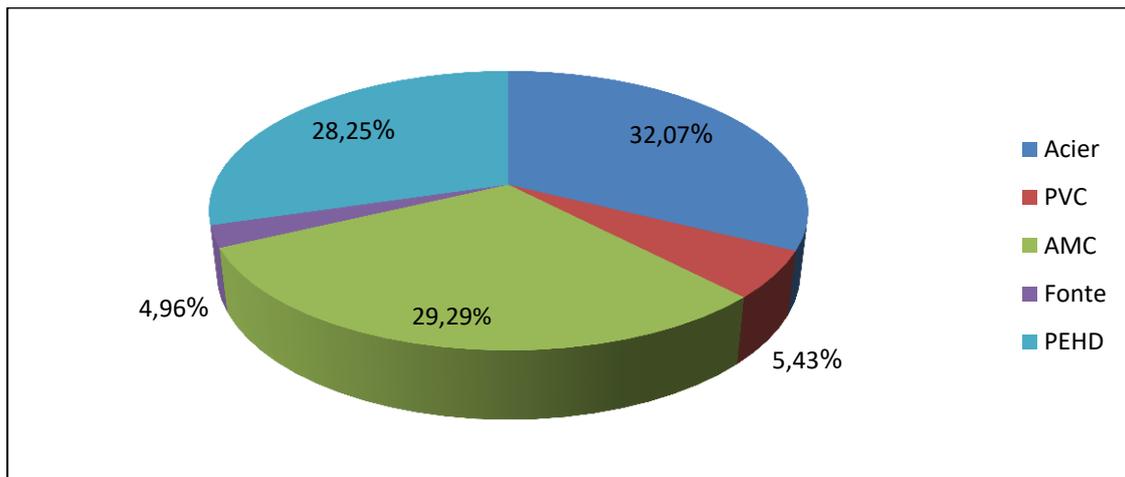
**Figure II.7:**Tracé de la simulation du réseau de distribution existant du secteur caserne ouest

La répartition des tronçons par nature du matériau est montrée dans le tableau (II.14)

**Tableau II.14:**Répartition des tronçons par nature du matériau (secteur caserne ouest)

Réseau de distribution		
Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
Acier	6492,05	32,07
PVC	1100,17	5,43
AMC	5929,264	29,29
Fonte	1004,54	4,96
PEHD	5719,48	28,25
Total	20245,504	100

La figure (II.8) représente la répartition des conduites du secteur selon la nature de matériau :

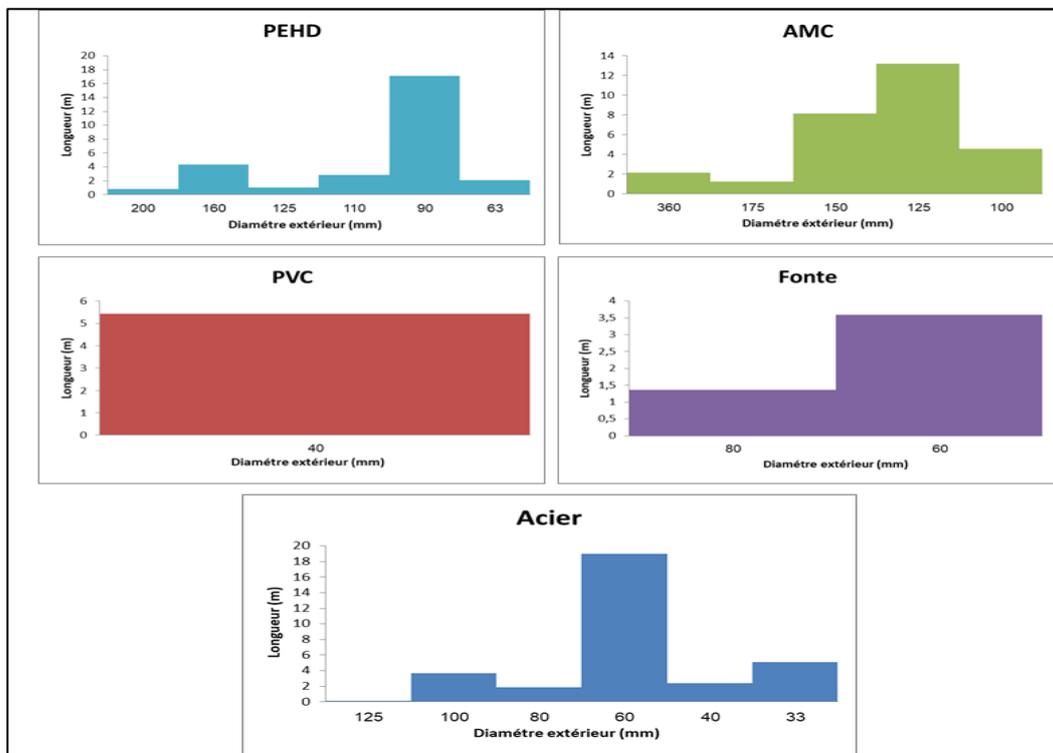


**Figure II.8:**Répartition linéaire des conduites de distributions selon la nature du matériau dans le secteur caserne ouest

La répartition des tronçons par diamètres des conduites dans le réseau existant est montrée dans le tableau (II.15) et représentée dans la figure (II.9) :

**Tableau II.15:**Répartition des tronçons par diamètres des conduites (secteur caserne ouest)

matériau	Diamètre extérieur (mm)	Longueur(m)	Longueur (%)
AMC	360	430,4	2,12
	175	249,2	1,23
	150	1647,593	8,14
	125	2674,317	13,21
	100	927,754	4,58
PEHD	200	161,11	0,79
	160	878,14	4,34
	125	208,15	1,03
	110	578,5	2,86
	90	3470,69	17,14
	63	422,89	2,09
Acier	125	25,98	0,13
	100	745,2	3,68
	80	372,5	1,84
	60	3840,32	18,97
	40	482,11	2,38
	33	1025,94	5,07
Fonte	80	276,5	1,36
	60	728,04	3,59
PVC	40	1100,17	5,43



**Figure II.9:**Longueurs des tronçons par diamètre dans le réseau existant (caserne ouest)

### **Observations :**

Dans le secteur caserne est :

- Les tuyaux en amiante-ciment et l'acier présentent la majorité des conduites utilisé dans le réseau, leurs pourcentage sont respectivement 32,11% et 32,97%.
- Les tuyaux en fonte représentent 23,38% du réseau existant.
- Les tuyaux en PEHD sont peu utilisés dans le réseau (environ 11,54%).

Dans le secteur caserne ouest :

- Les tuyaux en amiante-ciment, l'acier et le PEHD présentent la majorité des conduites utilisé dans le réseau, leurs pourcentage sont respectivement 29,29%, 32,07% et 28,25%.
- Les tuyaux en fonte et en PVC sont peu utilisés dans le réseau environ 4,96% et 5,43%.

L'analyse des matériaux des conduites permet également d'évaluer l'état de leur conservation, en effet, en ce qui concerne les conduites en acier, elles sont dans un mauvais état de conservation, de plus, ces conduites sont relativement anciennes tout comme les conduites en amiante-ciment qui sont actuellement interdite.

Et au contraire, l'installation de conduites en PEHD est relativement récente et est le reflet des récents travaux de rénovation.

### **II.9 Conclusion:**

Dans ce chapitre, on a fait un diagnostic physique du réseau de distribution de l'ensemble de la ville de Tizi-Ouzou et détaillé dans les deux secteurs, on a représenté les différents matériaux ainsi que leur état et une explication détaillée du système d'AEP et du réservoir la caserne a été fournie. Puisque cette étude de diagnostic démontre la nécessité d'une réhabilitation, on suggère la projection d'un nouveau réseau qui inclut les conduites du réseau actuel qui sont en bon état tout en remplaçant les conduites qui sont en mauvais état pour répondre aux demandes en eau de cette agglomération. Dans le prochain chapitre on va montrer l'évolution de la population de notre zone d'étude qui nous a permis de déterminer tous les débits journaliers(moyen, maximum et minimum) actuel et à long terme.

## **Chapitre III:**

# Démographie et estimation des besoins en eau

### III.1 Introduction:

L'objectif de ce chapitre est l'estimation des besoins en eau pour chaque catégorie de consommateur:

- Besoins domestiques.
- Besoins des équipements publics (scolaires, sanitaires, administratifs...etc.).
- Besoins industriels.

Cette estimation est très importante car elle nous permettra de déterminer les débits dont ont besoins les localités considérées.

### III.2 Estimation de la population aux différents horizons d'études :

L'étude de l'estimation de la population est basée sur les statistiques de recensement et le taux d'accroissement de la population.

D'après le dernier recensement de la population de l'office national des statistiques de 2008 (année de référence) et en prenant le taux d'accroissement 1,49 et par application de la formule ci-dessous on trouve le nombre d'habitants à l'horizon voulu.

$$P_n = P_0 \times (1 + \tau)^n \dots\dots\dots (III.1)$$

- $P_n$  : population à l'horizon de calcul.
- $P_0$  : Population de base (Source : APC \ RGPH (2008)).
- $\tau$ : taux moyen annuel d'accroissement de la population en (%) : ( $\tau = 1,49 \%$ ) (Source : APC de la ville de Tizi-Ouzou).
- $n$  : nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.

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

**Tableau III.1:** Estimation de l'évolution de la population entre 2008 et 2046

	<b>Reference (RGPH)</b>	<b>Actuel</b>	<b>Moyen terme</b>	<b>Long terme</b>
<b>Horizon</b>	2008	2021	2036	2046
<b>Taux d'accroissement (%)</b>	1,49			
<b>Nombre d'habitants (secteur Caserne est)</b>	6385	7739	9661	11201
<b>Nombre d'habitants (secteur Caserne ouest)</b>	11382	13795	17222	19967
<b>Total</b>	17767	21534	26883	31168

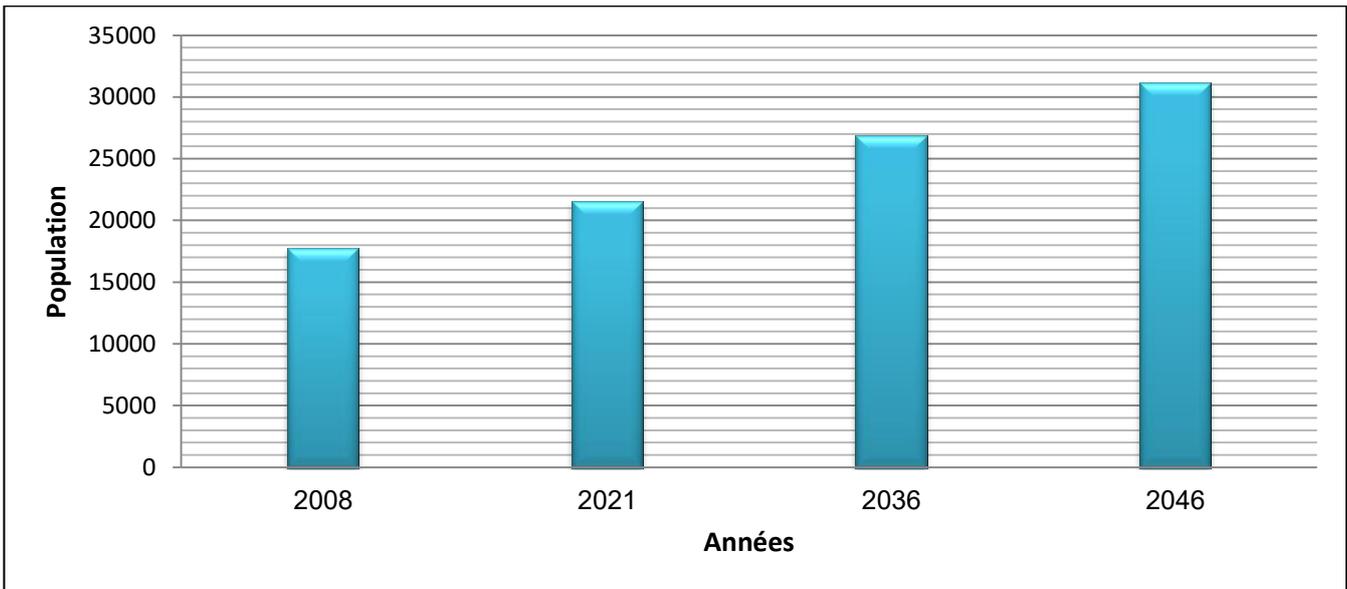


Figure III.1: Evolution de la population (2008-2046)

### III.3 Evaluation des débits:

#### III.3.1 Catégories des besoins en eau potable:

- a. **Besoins domestiques:** l'utilisation des habitants de l'eau dans leurs domiciles : boisson, cuisine, ménage, douche et éventuellement d'arrosage.
- b. **Besoins publics:** l'utilisation de l'eau pour : le nettoyage des marchés et des caniveaux, le lavage des automobiles et l'eau que demandent les casernes, les administrations, les cantines...etc.
- c. **Besoins industriels:** Les établissements industriels de production, de transformation ou les ferme d'élevage ont besoin d'une quantité d'eau importante pour leur fonctionnement, La qualité de l'eau transportée dépend des exigences des industries.
- d. **Besoins d'incendie:** Ils concernent, les quantités d'eau nécessaires pour la lutte contre l'incendie

#### III.3.2 Consommation unitaire et choix de la dotation:

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée selon le type de consommateur, en litre par habitant et par 24 heures, par carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animal, par véhicule...etc.

En tenant compte du mode de vie d'une commune urbain et avec ces activités pour notre étude on opte pour une consommation moyenne journalière de 200 l/j/hab.

#### III.3.3 Evaluation de la consommation moyenne journalière:

Le débit moyen journalier est donné par :

$$Q_{\text{moy},j} = (Q_i \times N_i) / 1000 \dots \dots \dots (III.2)$$

- $Q_{\text{moy},j}$ : Consommation moyenne journalière [ $\text{m}^3 / \text{j}$ ] (catégorie).
- $N_i$ : Nombre de consommateurs de chaque catégorie [Unité].
- $Q_i$ : Norme moyenne journalière de consommation [ $\text{l/j} / \text{Unité}$ ].

### III.3.3.1 Besoins domestiques :

Les résultats de calcul des besoins moyens journaliers pour les différents horizons sont représentés dans le tableau (III.2):

**Tableau III.2:** Estimation des besoins domestiques à différents horizons

		Unité	Actuel	Moyen terme	Long terme
<b>Secteur</b>	Horizon	Année	2021	2036	2046
<b>Caserne est</b>	Population	Hab.	7739	9661	11201
	Dotation	l/j/hab.	200		
	Q <sub>moy.j</sub>	l/j	1547800	1932200	2240200
		m <sup>3</sup> /j	1547,8	1932,2	2240,2
<b>Caserne ouest</b>	Population	Hab.	13795	17222	19967
	Dotation	l/j/hab.	200		
	Q <sub>moy.j</sub>	l/j	2759000	3444400	3993400
		m <sup>3</sup> /j	2759	3444,4	3993,4
<b>Total</b>		l/j	4306800	5376600	6233600
		m <sup>3</sup> /j	4306,8	5376,6	6233,6

### III.3.3.2 Besoins des équipements :

Le tableau (III.3) et le tableau (III.4) indiquent les besoins des équipements :

**Tableau III.3:**Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne est

<b>Secteur caserne est</b>						
Équipement	Quantité	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q (l/j)	Q (m <sup>3</sup> /j)
<b>Besoins scolaires</b>						
Ecole primaire	2	Elève	840	15	12600	12,6
Université	1	Etudiant	14207	15	213105	213,105
CEM	1	Elève	504	15	7560	7,56
Institut de formation	1	Inscrit	110	15	1650	1,65
<b>Total des besoins scolaires</b>					234915	234,915
<b>Besoins sanitaires</b>						
Clinique	3	Employé et patient	135	100	13500	13,5
Institut d'esthétique	1	Employé et patient	51	20	1020	1,02
Centre hospitalier universitaire	1	Lit	900	300	270000	270
Laboratoire d'analyses	2	Employé et patient	130	20	2600	2,6
<b>Total des besoins sanitaires</b>					287120	287,12

**Tableau III.3:**Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne est (suite)

<b>Besoins administratifs</b>						
Banque	4	Employé	160	15	2400	2,4
OPGI	1	Employé	50	15	750	0,75
Commissariat	3	Employé	150	20	3000	3
CAC	1	Employé	60	15	900	0,9
CRMA	1	Employé	49	15	735	0,735
Ansej	1	Employé	50	15	750	0,75
ANEM	1	Employé	40	15	600	0,6
CNAS	1	Employé	80	15	1200	1,2
Police	1	Employé	30	20	600	0,6
Direction de conservation des forêts	1	Employé	40	15	600	0,6
Direction des œuvres sociaux de l'éducation	1	Employé	30	15	450	0,45
Direction de l'environnement	1	Employé	40	15	600	0,6
Direction de la jeunesse et du sport	1	Employé	60	15	900	0,9
ONA	1	Employé	50	15	750	0,75
Gendarmerie	1	Gendarme	50	20	1000	1
Direction de la pêche	1	Employé	40	15	600	0,6
Caserne	1	Personne	700	90	63000	63
<b>Total des besoins administratifs</b>					<b>78835</b>	<b>78,835</b>
<b>Besoins touristiques et commerciaux</b>						
Restaurant	7	Personne	350	20	7000	7
Marché	1	m <sup>2</sup>	600	5	3000	3
Parc loisir	1	Personne	30	10	300	0,3
Salle des fêtes	1	Personne	60	10	600	0,6
Centres commerciaux	2	Personne	120	10	1200	1,2
Complexe omnisport	1	Capacité	20000	20	400000	400
Hôtel	2	Chambre	120	80	9600	9,6
Locaux commerciaux	36	Commerçant	110	10	1100	1,1
Stade	3	Personne	150	20	3000	3
<b>Total des besoins touristiques et commerciaux</b>					<b>425800</b>	<b>425,8</b>
<b>Besoins socioculturels</b>						
Mosquée	1	Fidèle	1100	20	22000	22
Lavage	2	Voiture	30	100	3000	3
Résidence	2	Personne	1500	90	135000	135
<b>Total des besoins sociaux culturels</b>					<b>160000</b>	<b>160</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1186670</b>	<b>1186,67</b>

**Tableau III.4:**Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne ouest

<b>Secteur caserne ouest</b>						
<b>Equipement</b>	<b>Quantité</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Q (l/j)</b>	<b>Q (m3/j)</b>
<b>Besoins scolaires</b>						
Ecole primaire	3	Elève	1500	15	22500	22,5
CEM	2	Elève	1370	15	20550	20,55
Lycée	2	Elève	1600	15	24000	24
Crèche	1	Enfant	80	10	800	0,8
Ecole de formation	2	Inscrit	200	10	2000	2
<b>Total des besoins scolaires</b>					69850	69,85
<b>Besoins sanitaires</b>						
Hôpital	1	Lit	300	300	90000	90
Clinique	1	Patient	100	50	5000	5
<b>Total des besoins sanitaires</b>					95000	95
<b>Besoins administratifs</b>						
Sonal gaz	1	Employé	80	15	1200	1,2
PTT	2	Employé	80	15	1200	1,2
APC	1	Employé	80	15	1200	1,2
Poste	1	Employé	20	15	300	0,3
Banque	7	Employé	220	15	3300	3,3
SAA	1	Employé	20	15	300	0,3
DLEP	1	Employé	60	15	900	0,9
CNERU	1	Employé	60	15	900	0,9
Direction des transports	1	Employé	40	15	600	0,6
Algérie télécom	1	Employé	20	15	300	0,3
DASS	1	Employé	60	15	900	0,9
Trésor	1	Employé	100	15	1500	1,5
FNPOS	1	Employé	40	15	600	0,6
<b>Total des besoins administratifs</b>					13200	13,2
<b>Besoins touristiques et commerciaux</b>						
Musé	1	Personne	80	15	1200	1,2
Théâtre	1	Personne	60	15	900	0,9
Hôtel	3	Chambre	900	80	72000	72
Centre commercial	1	Personne	300	10	3000	3
Parc communal	1	Personne	100	10	1000	1
Parc loisir	1	Personne	60	10	600	0,6
Marché	1	m <sup>2</sup>	800	5	4000	4
Agence de voyage	2	Personne	50	15	750	0,75
Maison de l'environnement	1	Personne	25	15	375	0,375
Restaurant	5	Personne	600	45	27000	27
Salle des fêtes	2	Personne	300	50	15000	15
Locaux commerciaux	100	Commerçant	400	10	4000	4
Centre sportif	1	Athlète	250	40	10000	10
Centre de loisir scientifique	1	Personne	200	20	4000	4

**Tableau III.4:**Détermination des besoins des équipements publics du secteur caserne ouest (suite)

<b>Besoins touristiques et commerciaux (suite)</b>						
Maison de l'artisanat	1	Personne	60	15	900	0,9
<b>Total des besoins touristiques et commerciaux</b>					144725	144,725
<b>Besoins socioculturels</b>						
Mosquée	4	Fidèle	5200	20	104000	104
Bibliothèque	1	Inscrit	200	15	3000	3
Lavage	3	Voiture	45	100	4500	4,5
Résidence	1	Personne	900	90	81000	81
La gare	1	Personne	2000	10	20000	20
<b>Total des besoins socioculturels</b>					212500	212,5
<b>TOTAL</b>					<b>535275</b>	<b>535,27</b>

### III.3.3.3 Récapitulation de la consommation en eau moyenne totale:

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

Secteur	Catégorie des Besoins	Horizon					
		Actuel (2021)		Moyen terme (2036)		Long terme (2046)	
		Q <sub>moy,j</sub> (l/s)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Q <sub>moy,j</sub> (l/s)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Q <sub>moy,j</sub> (l/s)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Caserne est	Domestique	1547800	1547,8	1932200	1932,2	2240200	2240,2
	Equipements	1186670	1186,67	1186670	1186,67	1186670	1186,67
	Total	3144640,5	3144,64	3586700,5	3586,7	3940900,5	3940,90
Caserne ouest	Domestique	2759000	2759	3444400	3444,4	3993400	3993,4
	Equipements	535275	535,27	535275	535,27	535275	535,27
	Total	3788416,2	3788,42	4576626,2	4576,63	5207976,2	5207,98
<b>TOTAL</b>		6933056,75	6933,06	8163326,7	8163,33	9148876,75	9148,88

## III.4 Étude de la variation de la consommation :

### III.4.1 Détermination des consommations maximales et minimales journalières:

La consommation quotidienne d'eau n'est pas constante, elle varie en présentant des maximums et des minimums. Ces variations sont caractérisées par des coefficients d'irrégularités :  $K_{max,j}$  et  $K_{min,j}$ .

#### III.4.1.1 Coefficient d'irrégularité maximum journalier ( $K_{max,j}$ ):

Ce coefficient nous permet de savoir combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier. Il varie entre 1,1 et 1,3. Ce coefficient est donné par le rapport suivant :

$$K_{max,j} = Q_{max,j}/Q_{moy,j} \dots \dots \dots (III.3)$$

**III.4.1.2 Coefficient d'irrégularité minimum journalier ( $K_{min,j}$ ):**

Il est défini comme étant le rapport de la consommation minimum par la consommation moyenne journalière, il est varié entre 0.7 et 0.9 ce coefficient est donné par la relation:

$$K_{min,j} = Q_{min,j} / Q_{moy,j} \dots \dots \dots (III.4)$$

**III.4.1.3 Consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ ):**

C'est la consommation d'eau du jour le plus chargé de l'année. Ce débit est donné par:

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j} \dots \dots \dots (III.5)$$

Avec :

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

On prend  $K_{max,j}=1,2$  pour le secteur caserne est et  $K_{max,j}=1,3$  pour le secteur caserne ouest  
 Les résultats sont représentés dans le tableau (III.6)

**Tableau III.6:** Consommation maximale journalière

Secteur	Horizon	$Q_{moy,j} (m^3/j)$	$Q_{max,j} (m^3/j)$
Caserne est	2021	3144,64	3773,57
	2036	3586,70	4304,04
	2046	3940,90	4729,08
Caserne ouest	2021	3788,42	4924,94
	2035	4576,63	5949,61
	2046	5207,98	6770,37

**III.4.1.4 Consommation minimale journalière ( $Q_{min,j}$ ) :**

C'est la consommation d'eau du jour le moins chargé de l'année. Ce débit est donné par la relation suivante :

$$Q_{min,j} = Q_{moy,j} \times K_{min,j} \dots \dots \dots (III.6)$$

Avec :

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

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

Les résultats sont représentés dans le tableau (III.7)

**Tableau III.7:** Consommation minimale journalière

Secteur	Horizon	Q <sub>moy.j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Q <sub>min.J</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Caserne est	2021	3144,64	2515,71
	2036	3586,70	2869,36
	2046	3940,90	3152,72
Caserne ouest	2021	3788,42	3030,73
	2035	4576,63	3661,30
	2046	5207,98	4166,38

**III.4.2 Détermination de la consommation horaire :**

**III.4.2.1 Débit moyen horaire (Q<sub>moy.h</sub>):**

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante:

$$Q_{moy.h} = Q_{max.j} / 24 \dots\dots\dots (III.7)$$

Avec :

- Q<sub>moy.h</sub> : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h);
- Q<sub>max.j</sub> : Débit maximal journalier (m<sup>3</sup>/j);

**III.4.2.2 Débit maximum horaire (Q<sub>max,h</sub>) :**

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max,h} = Q_{moy,h} \times K_{max,h} \dots\dots\dots (III.8)$$

Avec :

- Q<sub>moy,h</sub>: débit moyen horaire en (m<sup>3</sup>/h)
- K<sub>max,h</sub> : coefficient d'irrégularité maximum horaire

**III.4.2.2.1 Coefficient d'irrégularité maximum horaire (K<sub>max,h</sub>):**

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire dans la journée. il est déterminé par la formule suivante:

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \dots\dots\dots (III.9)$$

Avec :

- α<sub>max</sub>: coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,4.
- β<sub>max</sub>: coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

**Tableau III.8:** Variation du coefficient β<sub>max</sub>

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β <sub>max</sub>	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,10

**III.4.2.3 Débit minimal horaire:**

Il est déterminé par la relation suivante:

$$Q_{\min,h} = K_{\min,h} \times Q_{\text{moy},h} \dots \dots \dots (III.10)$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},h}$  : Débit moyen horaire en (m<sup>3</sup>/h).
- $K_{\min,h}$  : Coefficient d'irrégularité minimum horaire.

**III.4.2.3.1 Coefficient d'irrégularité minimum horaire ( $K_{\min,h}$ ):**

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum, il est donné par la formule suivante:

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} \times \beta_{\min} \dots \dots \dots (III.11)$$

Avec :

- $\alpha_{\min}$  : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail. il varie de 0,4 à 0,6.
- $\beta_{\min}$  : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population

**Tableau III.9:** Variation du coefficient  $\beta_{\min}$

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6

Les résultats de calculs sont représentés dans le tableau (III.10)

**Tableau III.10:** Débits (moy, max et min) horaires pour chaque horizon et chaque secteur

Secteur	Horizon	$Q_{\text{moy},h}$ (m <sup>3</sup> /h)	$\alpha_{\max}$	$\beta_{\max}$	$K_{\max,h}$	$\alpha_{\min}$	$\beta_{\min}$	$K_{\min,h}$	$Q_{\max,h}$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{\min,h}$ (m <sup>3</sup> /h)
caserne est	Actuel	157,23	1,2	1,36	1,63	0,5	0,32	0,16	256,60	25,16
	2046	197,04	1,2	1,26	1,51	0,5	0,42	0,21	297,93	41,38
caserne ouest	Actuel	205,21	1,2	1,26	1,51	0,5	0,44	0,22	310,27	44,84
	2046	282,09	1,2	1,2	1,44	0,5	0,49	0,25	406,22	70,38

**III.5 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :**

Le tableau (III.11) montre la variation horaire de la consommation en eau en divers centres de l'agglomération, les débits horaires sont donnés en pourcentage du débit maximum journalier.

**Tableau III.11:** Variation horaire de la consommation d'eau dans divers centres d'agglomération

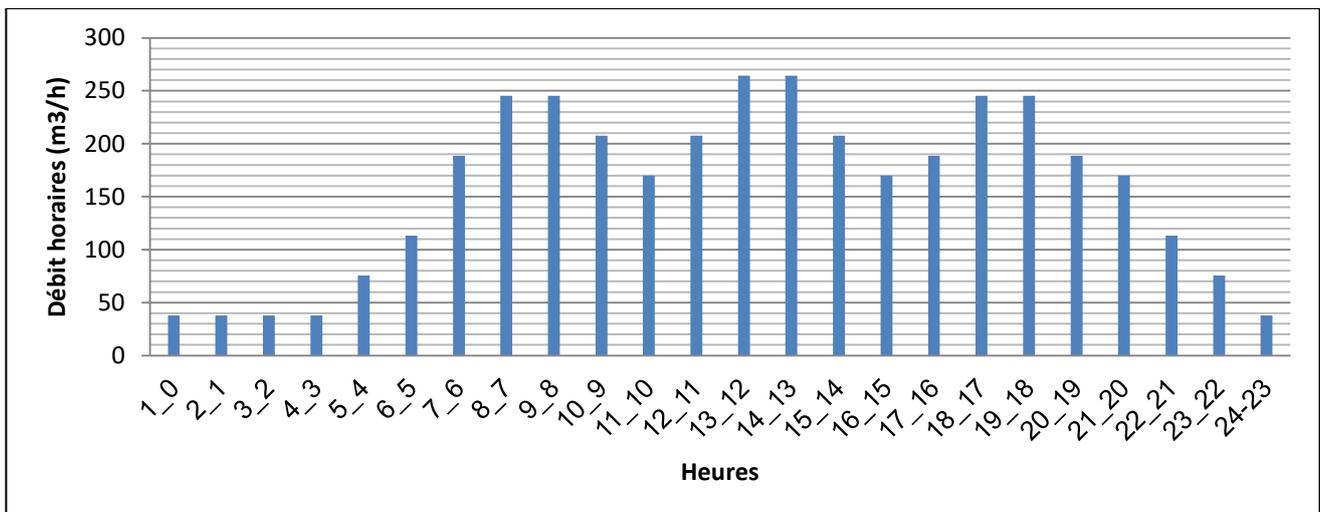
Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglo. de type rural
0_1	1	1,5	3	3,35	0,75
1_2	1	1,5	3,2	3,25	0,75
2_3	1	1,5	2,5	3,3	1
3_4	1	1,5	2,6	3,2	1
4_5	2	2,5	3,5	3,25	3
5_6	3	3,5	4,1	3,4	5,5
6_7	5	4,5	4,5	3,85	5,5
7_8	6,5	5,5	4,9	4,45	5,5
8_9	6,5	6,25	4,9	5,2	3,5
9_10	5,5	6,25	5,6	5,05	3,5
10_11	4,5	6,25	4,8	4,85	6
11_12	5,5	6,25	4,7	4,6	8,5
12_13	7	5	4,4	4,6	8,5
13-14	7	5	4,1	4,55	6
14-15	5,5	5,5	4,2	4,75	5
15-16	4,5	6	4,4	4,7	5
16-17	5	6	4,3	4,65	3,5
17-18	6,5	5,5	4,1	4,35	3,5
18-19	6,5	5	4,5	4,4	6
19-20	5	4,5	4,5	4,3	6
20-21	4,5	4	4,5	4,3	6
21-22	3	3	4,8	4,2	3
22-23	2	2	4,6	3,75	2
23-24	1	1,5	3,3	3,7	1
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	100

Source : ENSH

**Tableau III.12:** Variation des débits horaires du secteur caserne est à l'état actuel (2021)

Caserne est Actuel				
Heures	Ch (%)	Qh (m <sup>3</sup> /h)	Ch cumulée (%)	Qh cumulée (m <sup>3</sup> /h)
0_1	1	37,74	1	37,74
1_2	1	37,74	2	75,47
2_3	1	37,74	3	113,21
3_4	1	37,74	4	150,94
4_5	2	75,47	6	226,41
5_6	3	113,21	9	339,62
6_7	5	188,68	14	528,3
7_8	6,5	245,28	20,5	773,58
8_9	6,5	245,28	27	1018,86
9_10	5,5	207,55	32,5	1226,41
10_11	4,5	169,81	37	1396,22
11_12	5,5	207,55	42,5	1603,77
12_13	7	264,15	49,5	1867,92
13_14	7	264,15	56,5	2132,07
14_15	5,5	207,55	62	2339,61
15_16	4,5	169,81	66,5	2509,42
16_17	5	188,68	71,5	2698,1
17_18	6,5	245,28	78	2943,38
18_19	6,5	245,28	84,5	3188,67
19_20	5	188,68	89,5	3377,34
20_21	4,5	169,81	94	3547,15
21_22	3	113,21	97	3660,36
22_23	2	75,47	99	3735,83
23-24	1	37,74	100	3773,57
<b>Total</b>	<b>100</b>			

Les consommations horaires ainsi que la consommation cumulée sont représentées sur les figures (III.2) et (III.3):



**Figure III.2:** Graphique de la consommation du secteur caserne est à l'état actuel (2021)

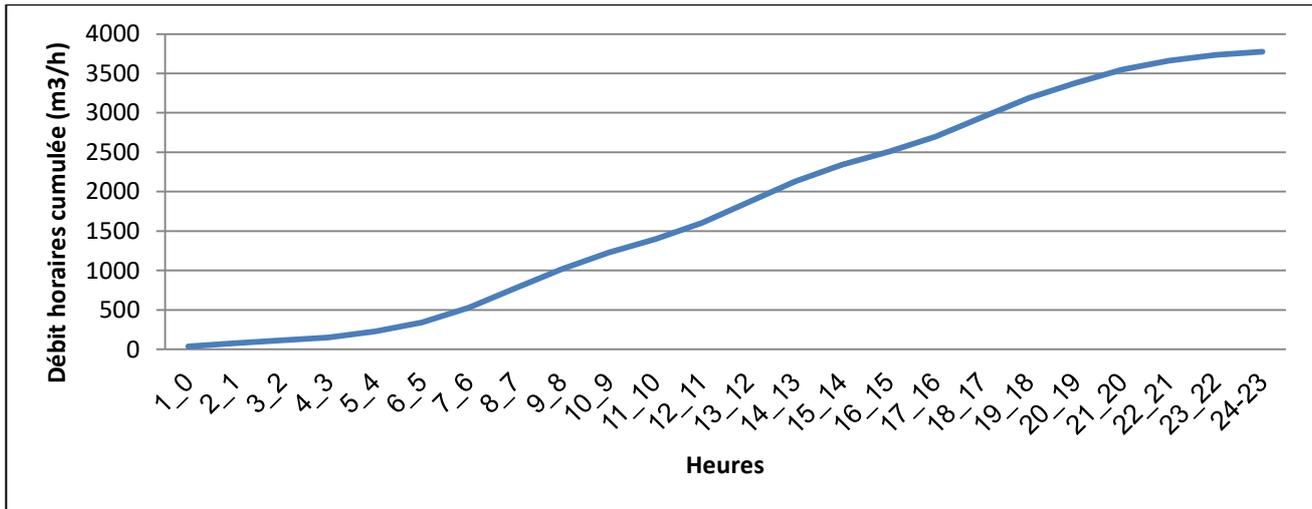


Figure III.3: Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à l'état actuel (2021)

Tableau III.13: Variation des débits horaires du secteur caserne est à long terme (2046)

Caserne est en 2046				
Heures	Ch (%)	Qh (m <sup>3</sup> /h)	Ch cumulée (%)	Qh cumulée (m <sup>3</sup> /h)
0_1	1,5	70,94	1,5	70,94
1_2	1,5	70,94	3	141,87
2_3	1,5	70,94	4,5	212,81
3_4	1,5	70,94	6	283,74
4_5	2,5	118,23	8,5	401,97
5_6	3,5	165,52	12	567,49
6_7	4,5	212,81	16,5	780,3
7_8	5,5	260,1	22	1040,4
8_9	6,25	295,57	28,25	1335,97
9_10	6,25	295,57	34,5	1631,53
10_11	6,25	295,57	40,75	1927,1
11_12	6,25	295,57	47	2222,67
12_13	5	236,45	52	2459,12
13_14	5	236,45	57	2695,58
14_15	5,5	260,1	62,5	2955,68
15_16	6	283,74	68,5	3239,42
16_17	6	283,74	74,5	3523,17
17_18	5,5	260,1	80	3783,26
18_19	5	236,45	85	4019,72
19_20	4,5	212,81	89,5	4232,53
20_21	4	189,16	93,5	4421,69
21_22	3	141,87	96,5	4563,56
22_23	2	94,58	98,5	4658,14
23-24	1,5	70,94	100	4729,08
<b>Total</b>	<b>100</b>			

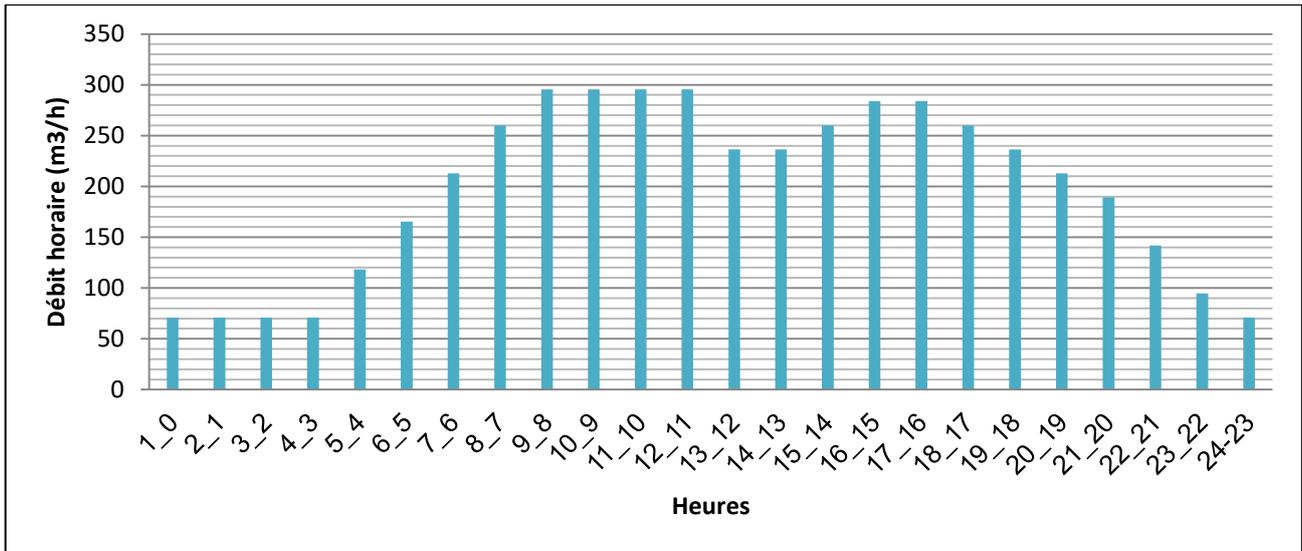


Figure III.4: Graphique de la consommation du secteur caserne est à long terme (2046)

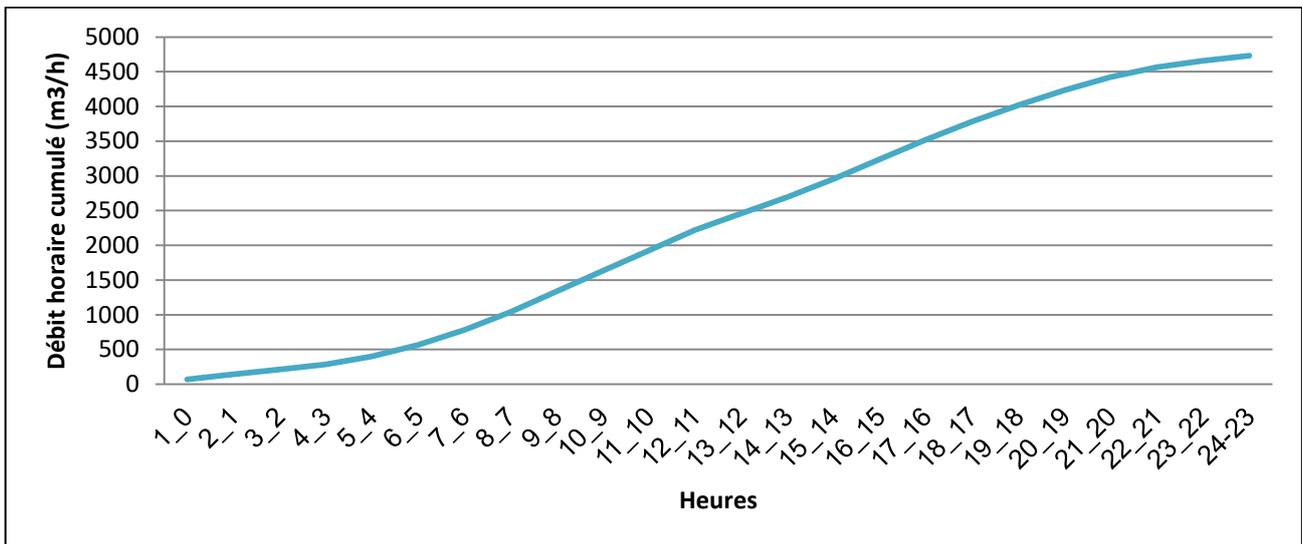
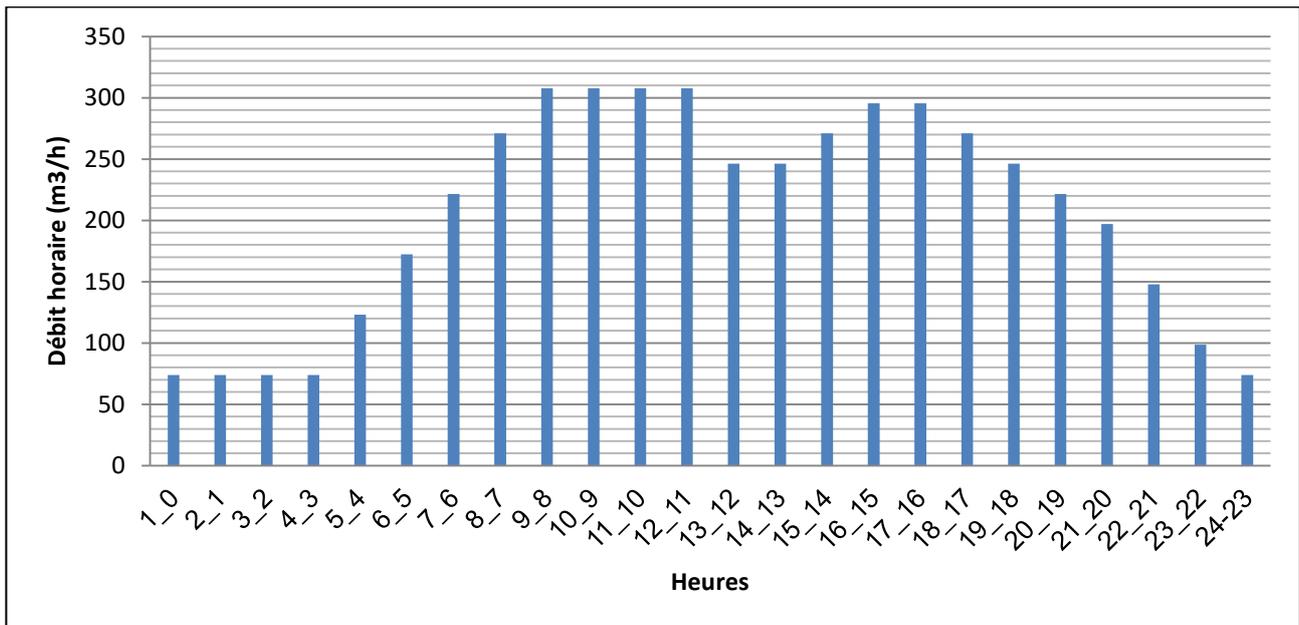


Figure III.5: Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à long terme (2046)

**Tableau III.14:** Variation des débits horaires du secteur caserne ouest à l'état actuel (2021)

<b>Caserne est à l'état actuel</b>				
<b>Heures</b>	<b>Ch (%)</b>	<b>Qh (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Ch cumulée (%)</b>	<b>Qh cumulée (m<sup>3</sup>/h)</b>
0_1	1,5	73,87	1,5	73,87
1_2	1,5	73,87	3	147,75
2_3	1,5	73,87	4,5	221,62
3_4	1,5	73,87	6	295,5
4_5	2,5	123,12	8,5	418,62
5_6	3,5	172,37	12	590,99
6_7	4,5	221,62	16,5	812,62
7_8	5,5	270,87	22	1083,49
8_9	6,25	307,81	28,25	1391,3
9_10	6,25	307,81	34,5	1699,1
10_11	6,25	307,81	40,75	2006,91
11_12	6,25	307,81	47	2314,72
12_13	5	246,25	52	2560,97
13_14	5	246,25	57	2807,22
14_15	5,5	270,87	62,5	3078,09
15_16	6	295,5	68,5	3373,58
16_17	6	295,5	74,5	3669,08
17_18	5,5	270,87	80	3939,95
18_19	5	246,25	85	4186,2
19_20	4,5	221,62	89,5	4407,82
20_21	4	197	93,5	4604,82
21_22	3	147,75	96,5	4752,57
22_23	2	98,5	98,5	4851,07
23-24	1,5	73,87	100	4924,94
<b>Total</b>	<b>100</b>			



**Figure III.6:** Graphique de la consommation du secteur caserne ouest à l'état actuel (2021)

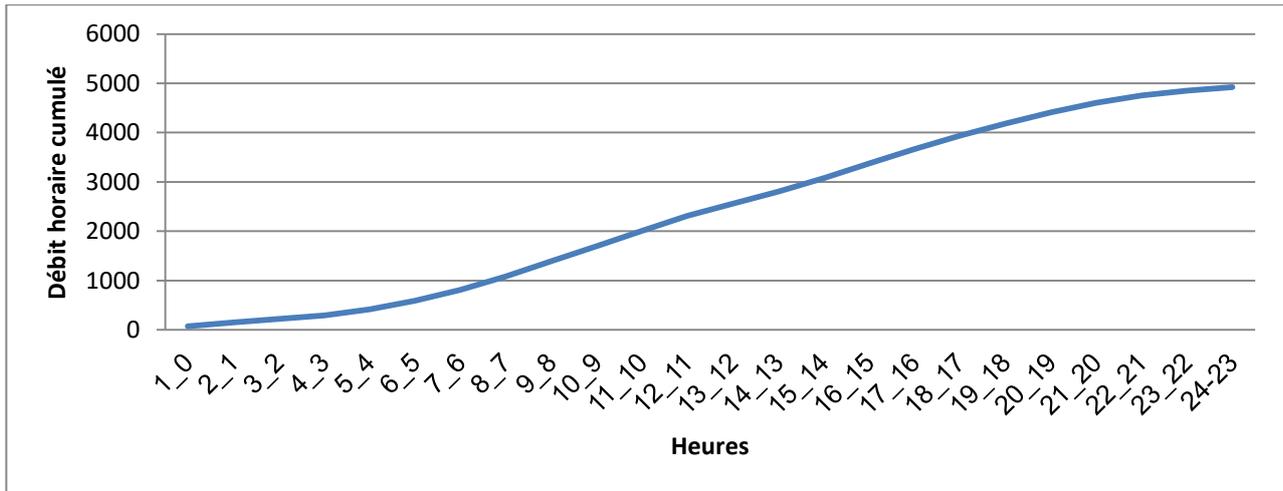


Figure III.7: Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne est à l'état actuel (2021)

Tableau III.15: Variation des débits horaires du secteur caserne ouest à long terme (2046)

Caserne ouest en 2046				
Heures	Ch (%)	Qh (m <sup>3</sup> /h)	Ch cumulée (%)	Qh cumulée (m <sup>3</sup> /h)
0_1	1,5	101,56	1,5	101,56
1_2	1,5	101,56	3	203,11
2_3	1,5	101,56	4,5	304,67
3_4	1,5	101,56	6	406,22
4_5	2,5	169,26	8,5	575,48
5_6	3,5	236,96	12	812,44
6_7	4,5	304,67	16,5	1117,11
7_8	5,5	372,37	22	1489,48
8_9	6,25	423,15	28,25	1912,63
9_10	6,25	423,15	34,5	2335,78
10_11	6,25	423,15	40,75	2758,93
11_12	6,25	423,15	47	3182,07
12_13	5	338,52	52	3520,59
13_14	5	338,52	57	3859,11
14_15	5,5	372,37	62,5	4231,48
15_16	6	406,22	68,5	4637,7
16_17	6	406,22	74,5	5043,92
17_18	5,5	372,37	80	5416,3
18_19	5	338,52	85	5754,81
19_20	4,5	304,67	89,5	6059,48
20_21	4	270,81	93,5	6330,3
21_22	3	203,11	96,5	6533,41
22_23	2	135,41	98,5	6668,81
23-24	1,5	101,56	100	6770,37
Total	100			

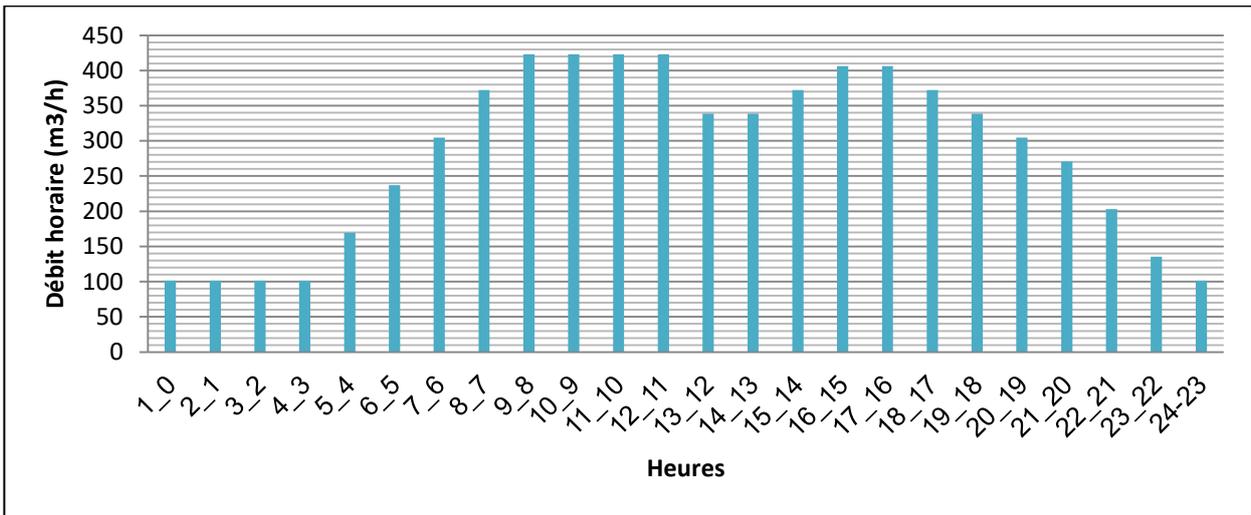


Figure III.8: Graphique de la consommation du secteur caserne ouest à long terme (2046)

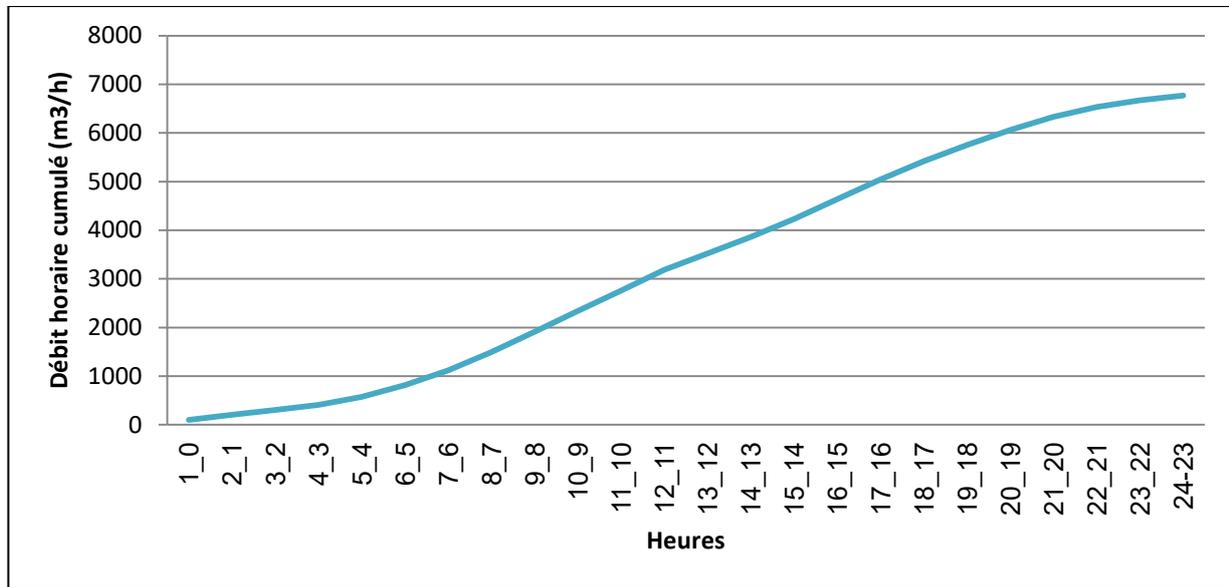


Figure III.9: Courbe de la consommation cumulée du secteur caserne ouest à long terme (2046)

### III.6 Conclusion:

Dans ce chapitre on a estimé les besoins en eau pour chaque catégorie de consommateurs dans les deux secteurs.

Tout d'abord on a fait une estimation de la population aux différents horizons d'études, ensuite on a évalué les débits, et on a terminé par l'étude de la variation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant afin de déterminer les débits de pointe à l'état actuel et à long terme.

D'après les résultats obtenus on va vérifier si l'ouvrage de stockage existant satisfait les besoins de cette agglomération, donc le calcul de la capacité du réservoir sera l'objectif du quatrième chapitre.

# **Chapitre IV:** Etude de stockage

## **IV.1 Introduction:**

Les réservoirs d'eau potable sont une partie essentielle des réseaux de distribution d'eau potable. Ils sont utilisés pour répondre à la demande, maintenir la pression demandée par le réseau, optimiser le temps de pompage et fournir une réserve d'incendie.

L'objectif de ce chapitre est de déterminer le volume de stockage nécessaire à l'horizon 2046, afin d'assurer un meilleur fonctionnement du réseau d'alimentation et satisfaire les besoins en eau des agglomérations.

## **IV.2 Utilité des réservoirs:**

Les principales fonctions des réservoirs sont :

- Régularité dans le fonctionnement du pompage, contrairement au cas d'injection directe d'où simplification de l'exploitation.
- 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.

## **IV.3 Classification des réservoirs:**

a) Selon le matériau:

- Réservoirs métalliques.
- Réservoirs en maçonnerie
- Réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint.

b) Selon la situation des lieux:

- Réservoirs enterrés
- Réservoirs semi-enterrés
- Réservoirs surélevé, sur tour.

c) Selon la forme:

- Réservoirs Circulaires
- Réservoirs Rectangulaires
- Réservoirs Carrés

## **IV.4 Emplacement des réservoirs:**

- L'emplacement d'un réservoir dépend de la topographie, il doit permettre d'assurer une pression au moment de la pointe. Pour cela l'altitude de la cuve (radier) doit être supérieure à la plus grande cote piézométrique nécessaire au niveau du réseau de distribution.
- Le dimensionnement d'un réservoir doit prendre en compte l'évolution de la population et ses habitudes de consommation, et il doit tenu en compte du fait que l'eau ne doit pas stagner dans le réservoir plus de 24 heures.

## IV.5 Capacité des réservoirs:

La capacité d'un réservoir peut être calculée soit par:

- La méthode analytique.
- La méthode graphique.

### IV.5.1 Méthode analytique:

Le fonctionnement du système est simulé au cours d'une journée afin de déceler à des pas de temps prédéterminés les déficits et les surplus de volume non consommés.

Le volume du réservoir est déterminé comme suit :

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

Avec:

- $V_r$  : capacité résiduelle ( $m^3$ ).
- $a$  : fraction horaire du débit maximum journalier (%).
- $Q_{max.j}$ : La consommation maximale journalière ( $m^3/j$ ).

Le volume total du réservoir sera calculé en tenant compte de la réserve d'incendie qui est prise égale à  $120 m^3$ .

D'où:

$$V_T = V_r + V_{inc} \dots \dots \dots (V.2)$$

Avec:

- $V_T$  : capacité totale du réservoir ( $m^3$ ).
- $V_r$  : capacité résiduelle ( $m^3$ ).

### IV.5.2 Méthode graphique:

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

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

Donc, Le volume de régulation  $V_r$  est calculé selon la formule:

$$V_r = Q_{max.j} \times \frac{R_{max}}{100} \dots \dots \dots (V.3)$$

Avec :

- $V_r$  : le volume de régulation ( $m^3$ ).
- $Q_{max.j}$ : le débit maximum journalier ( $m^3/j$ ).
- $R_{max}$  : résidu maximal journalier (%).

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

Le volume total est obtenu en ajoutant le volume de la réserve d'incendie (pris égal à  $120 m^3$ )

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

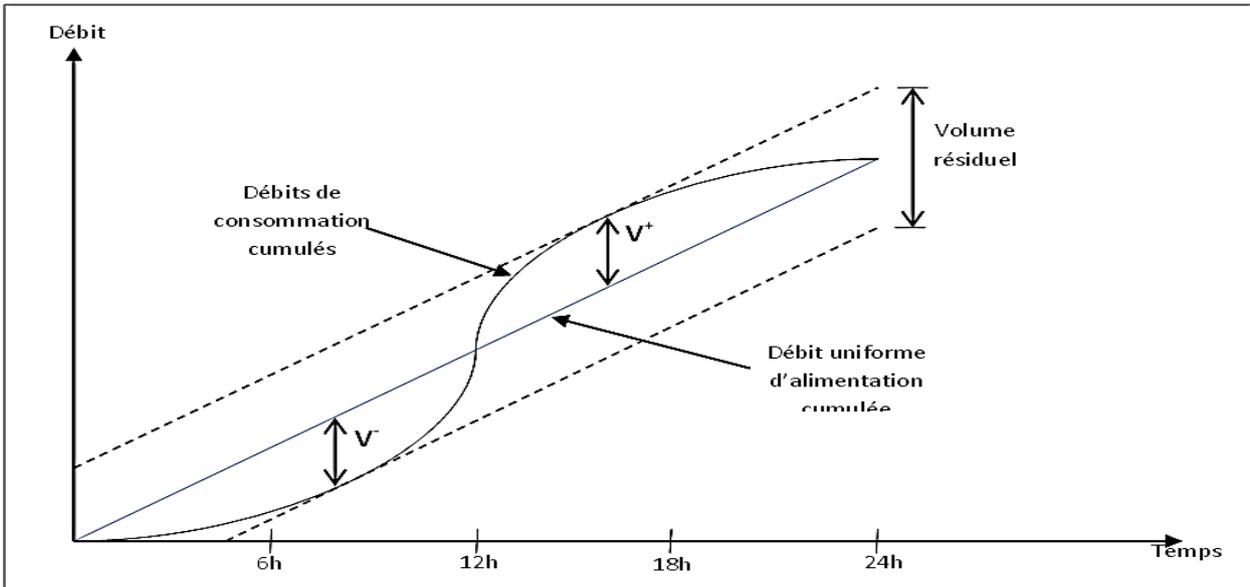


Figure IV.1:Schéma de la méthode graphique

### IV.6 Détermination du volume de stockage:

Le volume du réservoir est déterminé par le tableau (IV.1):

Tableau IV.1:Détermination de la capacité du réservoir

Heures	Ch (%)	Apports (%)	Arrivée stockage	Départ distribution	Reste dans le réservoir
0_1	1,5	0		1,5	7
1_2	1,5	0	-	1,5	5,5
2_3	1,5	0	-	1,5	4
3_4	1,5	0	-	1,5	2,5
4_5	2,5	5	2,5	-	5
5_6	3,5	5	1,5	-	6,5
6_7	4,5	5	0,5	-	7
7_8	5,5	5	-	0,5	6,5
8_9	6,25	5	-	1,25	5,25
9_10	6,25	5	-	1,25	4
10_11	6,25	5	-	1,25	2,75
11_12	6,25	5	-	1,25	1,5
12_13	5	5	0	0	1,5
13_14	5	5	0	0	1,5
14_15	5,5	5	-	0,5	1
15_16	6	5	-	1	0
16_17	6	5	-	1	-1
17_18	5,5	5	-	0,5	-1,5
18_19	5	5	0	0	-1,5
19_20	4,5	5	0,5	-	-1
20_21	4	5	1	-	0
21_22	3	5	2	-	2
22_23	2	5	3	-	5
23_24	1,5	5	3,5	-	8,5

#### IV.6.1 Calcul de la capacité minimale nécessaire pour le stockage:

D'après le tableau (IV.1)

$$a = 8,5 + |-1,5| = 10$$

Donc:

$$V_r = \frac{10 \times 11499,45}{100} = 1149,945 \text{ m}^3$$

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

$$V_T = 1149,945 + 120 = 1269,945 \text{ m}^3$$

Le réservoir la caserne a une capacité de  $5000 \text{ m}^3$ , alors que le volume calculé est estimé à  $1300 \text{ m}^3$ , donc la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de l'agglomération des deux secteurs (caserne est et caserne ouest).

#### IV.7 Recommandations :

Quelques recommandations pour le réservoir la caserne (Tableau IV.2)

**Tableau IV.2:**Recommandations pour le réservoir la caserne

	<b>Eléments</b>	<b>Anomalies</b>	<b>Recommandations</b>
<b>Réservoirs</b>	Enduit intérieur	Pas d'enduit intérieur	Mettre l'enduit intérieur
	Enduit extérieur	Pas d'enduit extérieur	Mettre l'enduit extérieur
	Peinture	Pas de peinture	Peindre le réservoir
	Etanchéité	Pas de couche d'étanchéité sur le toit du réservoir	Mettre en place la couche d'étanchéité sur le toit du réservoir (goudron +pax aluminium)
<b>Chambre des vannes</b>	Enduit intérieur	Pas d'enduit intérieur	Mettre l'enduit intérieur
	Enduit extérieur	Pas d'enduit extérieur	Mettre l'enduit extérieur
	Peinture	Pas de peinture	Peindre la chambre des vannes
<b>Conduites</b>	Conduite de sortie	Fuite au niveau des vannes de 3conduites	Remplacer les vannes de ces 3 conduites
	Conduite de vidange	La vanne de cette conduite ne fonctionne pas	Remplacer cette vanne
<b>Eléments interne du réservoir</b>	Trappe	Trappe totalement rouillée	Remplacer cette trappe par une nouvelle trappe

### **IV.8 Conclusion:**

Dans ce chapitre on a déterminé la capacité de stockage nécessaire à l'horizon 2046 et on a constaté que le réservoir existant peut satisfaire les besoins en eau de cette agglomération, et il n'y a pas une nécessité de projeter un nouveau réservoir.

Dans le prochain chapitre on va faire le calcul hydraulique du réseau d'AEP et on va procéder à une simulation hydraulique afin d'assurer un bon fonctionnement du réseau qui répond aux besoins de l'agglomération jusqu'à l'horizon 2046.

**Chapitre V :**  
Calcul hydraulique du réseau  
d'AEP

## V.1 Introduction :

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle à l'alimentation en eau potable de deux secteurs, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de la distribution de l'eau.

L'objectif de ce chapitre est de faire le calcul hydraulique, définir et dimensionner les interventions à inclure pour la réhabilitation et de vérifier le fonctionnement des réseaux de distribution projeté à l'horizon 2046 afin de connaître leur états (vérification de pressions et vitesses).

Sur la base du plan des réseaux projetés on va procéder à une simulation hydraulique des réseaux de distribution en utilisant un logiciel de calcul hydraulique « EPANET ».

## V.2 Logiciel EPANET:

EPANET est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique et également d'un point de vue qualité de l'eau.

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée, Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, Ce logiciel est largement utilisé dans le monde entier grâce à :

- ses algorithmes de calcul les plus avancés.
- son interface graphique conviviale et intuitive.
- aux possibilités de relations avec d'autres logiciels d'application.

L'utilisation d'EPANET est très diversifiée, et porte principalement sur:

- la régulation des pressions dans le réseau, la détection des zones de fonctionnement déficitaire
- le dimensionnement de travaux d'amélioration du réseau ou d'extension.
- l'évolution de la qualité de l'eau et l'étude de retraitement en différents points du réseau.
- l'amélioration de la gestion des Equipements (marnage des réservoirs), des cotes énergétiques (fonctionnement des stations de pompage), du contrôle des débits d'eau (sectorisation du réseau), de la gestion de crise (suppression d'une ressource, rupture d'une canalisation maitresse, introduction de contaminants dans le réseau).

## V.3 Tracé du réseau:

L'objectif du tracé du réseau de distribution est d'assurer l'accès du réseau aux usagers dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien.

Les principes du tracé d'un réseau sont les suivantes :

- Fonctionnement hydraulique simple et efficace.
- Continuité du service en évitant la création de points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture.
- Optimisation de la longueur du réseau par le choix des rues devant recevoir les conduites et le choix de leur emplacement dans les rues.
- Equipement minimum afin de faciliter la maîtrise du réseau et son entretien : vannes, vidanges, ventouses.

## V.4 Choix du matériau des conduites:

Dans cette étude on utilise les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) qui sont des conduites flexibles dont l'usage s'est répandu pour les petits diamètres, notamment les branchements.

**Avantages :**

- Légèreté et flexibilité.
- Facilité de mise en œuvre.
- Longévité du réseau.
- Etanchéité parfaite avec raccords électro-soudables, mécaniques ou soudure bout à bout.
- Résistance chimique mécanique à l'abrasion et à la corrosion.
- Résistance accrue à l'usure (à la propagation de fissure).
- Performance hydraulique : faibles pertes de charge et résistance aux coups de bélier.

## V.5 Calcul hydraulique du réseau de distribution :

Pour procéder à la détermination des débits dans un réseau maillé, nous devons connaître:

- La longueur de chaque tronçon du réseau.
- Le débit spécifique.
- Le débit en route.
- Les débits aux nœuds.

La simulation du fonctionnement du réseau de distribution considère deux cas de fonctionnement de ce dernier, soit :

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

### V.5.1 Détermination des débits:

#### a) Débit spécifique:

Il est défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, (tableau V.1)

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

Avec :

- $q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml).
- $\sum L_i$  : somme des longueurs des tronçons du réseau (m)
- $Q_r$  : débit en route total avec ( $Q_r = Q_{max.h} - \sum Q_{conc}$ ).
- $\sum Q_{conc}$  : la Somme des débits concentrés (l).

#### b) Débit en route:

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon du réseau. Il est donné par la relation suivante (tableau V.2):

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

Avec:

- $Q_r$  : débit en route total (l/s).
- $q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml).

- $L_i$  : la longueur du tronçon (m).

**a) Débit nodal :**

Le débit au nœud est celui qui est concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau.

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

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

Avec :

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

**V.5.2 Calcul des débits:**

Le calcul se fait pour deux cas de fonctionnement:

- Cas de pointe.
- Cas de pointe +incendie: dans le nœud le plus défavorable en ajoutant un débit d'incendie 17l/s

**Tableau V.1:**Calculs de débits spécifiques pour le secteur caserne est et caserne ouest (2046)

secteur	$Q_{pte}(m^3/h)$	$Q_{pte}(l/s)$	$\sum L_i(m)$	$q_{sp}(l/s/ml)$
Caserne est	295,57	82,1	12108,48	0,00678037
Caserne ouest	423,15	117,54	21120,387	0,00556524

Les résultats relatifs aux calculs des débits en route et aux nœuds pour le cas de pointe et pointe plus incendie dans les deux secteurs sont récapitulés dans le tableau (V.2) et le tableau (V.3).

**Tableau V.2:** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				pointe	Pointe +incendie
N1	P2	71,6	0,485	0,690	0,690
	P12	53,22	0,361		
	P15	79,31	0,538		
N2	P2	71,6	0,485	0,660	0,660
	P3	73,63	0,499		
	P6	50	0,339		
N3	P3	73,63	0,499	0,415	0,415
	P4	48,84	0,331		
N4	P4	48,84	0,331	0,643	0,643
	P5	73,74	0,5		
	P7	67,04	0,455		
N5	P92	71,41	0,484	0,927	0,927
	P11	69,47	0,471		
	P12	53,22	0,361		
	P17	79,19	0,537		
N7	P7	67,04	0,455	0,479	0,479
	P8	74,33	0,504		
N8	P8	74,33	0,504	0,725	0,725
	P9	68,31	0,463		
	P10	71,29	0,483		
N9	P9	71,41	0,484	0,893	0,893
	P92	68,31	0,463		
	P5	73,74	0,5		
	P6	50	0,339		
N10	P10	71,29	0,483	0,745	0,745
	P11	69,47	0,471		
	P13	78,99	0,536		
N11	P13	78,99	0,536	1,103	1,103
	P14	73,04	0,495		
	P18	173,2	1,174		
N13	P15	79,31	0,538	1,355	1,355
	P16	49,38	0,335		
	P22	270,9	1,837		
N14	P16	49,38	0,335	1,114	1,114
	P17	79,19	0,537		
	P21	127	0,861		
	P14	73,04	0,495		

**Tableau (V.2):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				pointe	Pointe +incendie
N16	P18	173,2	1,174	1,322	1,322
	P19	34,9	0,237		
	P20	181,8	1,233		
N17	P19	34,9	0,237	4,692	4,692
	P23	666	4,516		
	P24	683,1	4,632		
N18	P20	181,8	1,233	2,391	2,391
	P22	270,9	1,837		
	P25	252,6	1,713		
N19	P21	127	0,861	0,431	0,431
N20	P23	666	4,516	3,601	3,601
	P42	64,11	0,435		
	P43	332,1	2,252		
N21	P24	683,1	4,632	3,384	3,384
	P39	95,11	0,645		
	P40	36,79	0,249		
	P41	183,1	1,241		
N22	P25	252,6	1,713	1,476	1,476
	P26	127,2	0,862		
	P29	55,51	0,376		
N23	P26	127,2	0,862	0,517	0,517
	P28	25,33	0,172		
N25	P28	25,33	0,172	0,711	0,711
	P30	132,8	0,9		
	P31	51,65	0,35		
N26	P29	55,51	0,376	0,821	0,821
	P30	132,8	0,9		
	P32	53,79	0,365		
N27	P31	51,65	0,35	0,947	0,947
	P33	128,5	0,871		
	P34	99,11	0,672		
N28	P32	53,79	0,365	0,821	0,821
	P33	128,5	0,871		
	P35	59,93	0,406		
N29	P34	99,11	0,672	1,003	1,003
	P36	90,05	0,611		
	P37	106,8	0,724		
N30	P35	59,93	0,406	0,700	0,700
	P36	90,05	0,611		
	P38	56,37	0,382		
N31	P37	106,8	0,724	0,876	0,876
	P38	56,37	0,382		
	P39	95,11	0,645		

**Tableau (V.2):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				pointe	Pointe +incendie
N32	P40	36,79	0,249	1,44	1,438
	P46	217,2	1,473		
	P87	170,2	1,154		
N33	P41	183,1	1,241	1,76	1,758
	P44	153,7	1,042		
	P45	181,7	1,232		
N34	P42	64,11	0,435	0,217	0,217
N35	P43	332,1	2,252	1,861	1,861
	P44	153,7	1,042		
	P58	63,16	0,428		
N36	P45	181,7	1,232	0,616	0,616
N37	P46	217,2	1,473	1,378	1,378
	P53	19,11	0,13		
	P54	170,3	1,155		
N38	P47	899,1	6,096	3,828	3,828
	P86	59,71	0,405		
	P87	170,2	1,154		
N39	P47	899,1	6,096	4,443	4,443
	P56	45,59	0,309		
	P57	366	2,482		
N40	P86	59,71	0,405	1,755	1,755
	P48	200	1,356		
	P49	257,9	1,749		
N41	P48	200	1,356	1,393	1,393
	P50	113,8	0,772		
	P52	97,08	0,658		
N42	P49	257,9	1,749	1,689	1,689
	P51	143,1	0,97		
	P52	97,08	0,658		
N43	P50	113,8	0,772	1,272	1,272
	P53	19,11	0,13		
	P55	242,3	1,643		
N44	P51	143,1	0,97	1,461	1,461
	P55	242,3	1,643		
	P56	45,59	0,309		
N45	P54	170,3	1,155	0,577	0,577
N46	P57	366	2,482	1,865	1,865
	P68	184	1,248		
N47	P58	63,16	0,428	0,915	0,915
	P59	63,02	0,427		
	P61	143,6	0,974		

**Tableau (V.2):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				pointe	Pointe +incendie
N48	P59	63,02	0,427	1,603	1,603
	P60	115,2	0,781		
	P62	131,5	0,892		
	P90	163,2	1,107		
N49	P60	115,2	0,781	0,391	0,391
N50	P61	143,6	0,974	0,893	0,893
	P64	86,02	0,583		
	P66	33,75	0,229		
N51	P62	131,5	0,892	0,716	0,716
	P63	61,31	0,416		
	P65	18,26	0,124		
N52	P63	61,31	0,416	0,208	0,208
N53	P64	86,02	0,583	0,581	0,581
	P65	18,26	0,124		
	P88	66,98	0,454		
N54	P66	33,75	0,229	0,931	0,931
	P67	150,1	1,018		
	P72	90,73	0,615		
N55	P67	150,1	1,018	0,509	0,509
N56	P68	184	1,248	2,277	2,277
	P69	320,2	2,171		
	P70	167,4	1,135		
N57	P69	320,2	2,171	1,522	18,522
	P71	79,2	0,537		
	P83	49,58	0,336		
N58	P70	167,4	1,135	1,131	1,131
	P71	79,2	0,537		
	P75	87,09	0,591		
N59	P72	90,73	0,615	1,561	1,561
	P73	142,4	0,966		
	P74	227,3	1,541		
N60	P73	142,4	0,966	0,483	0,483
N61	P74	227,3	1,541	0,771	0,771
N62	P75	87,09	0,591	1,922	1,922
	P76	295,1	2,001		
	P81	184,6	1,252		
N63	P76	295,1	2,001	1,210	1,210
	P84	61,83	0,419		
N64	P77	31,19	0,211	0,819	0,819
	P79	67,63	0,459		
	P89	142,7	0,968		

**Tableau (V.2):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne est (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				pointe	Pointe +incendie
N65	P77	31,19	0,211	0,276	0,276
	P78	50,3	0,341		
N66	P78	50,3	0,341	0,171	0,171
N67	P79	67,63	0,459	0,989	0,989
	P80	61,87	0,42		
	P91	162,1	1,099		
N68	P80	61,87	0,42	0,210	0,210
N69	P81	184,6	1,252	0,895	0,895
	P82	49,58	0,336		
	P83	29,83	0,202		
N70	P83	29,83	0,202	0,311	0,311
	P84	61,83	0,419		
N72	P88	66,98	0,454	1,264	1,264
	P89	142,7	0,968		
	P90	163,2	1,107		
N73	P91	162,1	1,099	0,550	0,550

**Remarque :**

- Le point le plus défavorable se trouve au nœud 57 (N57).

**Tableau V.3:** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N1	P2	322,6	1,795	1,526	1,526
	P7	223	1,241		
	P132	2,629	0,015		
N2	P2	322,6	1,795	3,597	3,597
	P3	467	2,599		
	P4	503,1	2,8		
N3	P3	467	2,599	3,256	3,256
	P4	503,1	2,8		
	P146	200,2	1,114		
N4	P5	276,4	1,538	1,401	1,401
	P6	224,6	1,25		
	P132	2,629	0,015		
N5	P5	276,4	1,538	0,769	0,769
N6	P6	224,6	1,25	1,204	1,204
	P42	105,9	0,589		
	P141	5,368	0,03		
	P142	96,77	0,539		
N7	P7	223	1,241	1,975	1,975
	P16	481,5	2,68		
	P141	5,368	0,03		
N8	P8	85,42	0,475	1,112	1,112
	P9	217,6	1,211		
	P142	96,77	0,539		
N9	P8	85,42	0,475	0,951	0,951
	P10	220	1,224		
	P12	36,21	0,202		
N10	P9	217,6	1,211	1,906	1,906
	P10	220	1,224		
	P11	247,2	1,376		
N11	P11	247,2	1,376	0,916	0,916
	P12	36,21	0,202		
	P13	45,88	0,255		
N12	P13	45,88	0,255	1,051	1,051
	P14	234,1	1,303		
	P17	97,55	0,543		
N13	P14	234,1	1,303	1,517	1,517
	P15	311,1	1,731		
N14	P15	311,1	1,731	1,137	1,137
	P17	97,55	0,543		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N15	P16	481,5	2,68	1,883	1,883
	P150	104	0,579		
	P71	91,18	0,507		
N16	P18	469,1	2,611	2,186	2,186
	P19	136,5	0,76		
	P46	180	1,002		
N17	P19	136,5	0,76	1,246	1,246
	P20	112,6	0,627		
	P21	198,8	1,106		
N18	P20	112,6	0,627	0,565	0,565
	P23	39,44	0,219		
	P133	51,13	0,285		
N19	P21	198,8	1,106	1,233	1,233
	P26	96,59	0,538		
	P27	100,5	0,559		
	P30	47,07	0,262		
N20	P22	108,6	0,604	0,541	0,541
	P24	34,64	0,193		
	P133	51,13	0,285		
N21	P22	108,6	0,604	0,763	0,763
	P148	46,1	0,257		
	P28	119,4	0,664		
N22	P23	39,44	0,219	1,085	1,085
	P28	119,4	0,664		
	P29	231,2	1,287		
N23	P24	34,64	0,193	0,562	0,562
	P25	70,69	0,393		
	P26	96,59	0,538		
N24	P25	70,69	0,393	0,197	0,197
N25	P29	231,2	1,287	2,506	2,506
	P18	469,1	2,611		
	P146	200,2	1,114		
N26	P30	47,07	0,262	0,605	0,605
	P31	71,34	0,397		
	P32	70,01	0,39		
	P33	28,95	0,161		
N27	P31	71,34	0,397	0,369	0,369
	P36	27,15	0,151		
	P37	34,14	0,19		
N28	P32	70,01	0,39	0,195	0,195

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N29	P33	28,95	0,161	0,351	0,351
	P34	25,99	0,145		
	P35	71,27	0,397		
N30	P34	25,99	0,145	0,34	0,34
	P38	70,85	0,394		
	P39	25,3	0,141		
N31	P35	71,27	0,397	0,345	0,345
	P36	27,15	0,151		
	P149	25,6	0,142		
N32	P37	34,14	0,19	0,236	0,236
	P147	50,6	0,282		
N33	P38	70,85	0,394	0,544	0,544
	P40	99,16	0,552		
	P149	25,6	0,142		
N34	P39	25,3	0,141	0,79	0,79
	P40	99,16	0,552		
	P41	77,01	0,429		
	P43	82,61	0,46		
N35	P41	77,01	0,429	0,991	0,991
	P42	105,9	0,589		
	P44	173,3	0,964		
N36	P43	82,61	0,46	0,23	0,23
N37	P44	173,3	0,964	0,482	0,482
N38	P45	745,1	4,147	2,073	2,073
N39	P45	745,1	4,147	3,484	3,484
	P62	200	1,113		
	P64	198	1,102		
	P89	109	0,607		
N40	P46	180	1,002	1,145	1,145
	P47	221	1,23		
	P58	10,48	0,058		
N41	P47	221	1,23	1,112	1,112
	P48	27,21	0,151		
	P134	151,4	0,843		
N42	P48	27,21	0,151	0,607	0,607
	P49	157,4	0,876		
	P53	33,67	0,187		
N43	P49	157,4	0,876	0,622	0,622
	P50	27,62	0,154		
	P51	38,62	0,215		
N44	P50	27,62	0,154	0,828	0,828
	P57	118,7	0,661		
	P134	151,4	0,843		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N45	P51	38,62	0,215	0,71	0,71
	P66	137,9	0,767		
	P135	78,74	0,438		
N46	P52	83,82	0,466	0,543	0,543
	P56	32,44	0,181		
	P135	78,74	0,438		
N47	P52	83,82	0,466	0,409	0,409
	P53	33,67	0,187		
	P54	29,35	0,163		
N48	P54	29,35	0,163	0,316	0,316
	P55	84,26	0,469		
N49	P55	84,26	0,469	0,325	0,325
	P56	32,44	0,181		
N50	P57	118,7	0,661	0,33	0,33
N51	P58	10,48	0,058	1,99	1,99
	P59	425,2	2,366		
	P60	279,4	1,555		
N52	P59	425,2	2,366	1,183	1,183
N53	P60	279,4	1,555	1,467	1,467
	P61	247,7	1,379		
N54	P61	247,7	1,379	0,689	0,689
N55	P62	200	1,113	1,94	1,94
	P63	215,7	1,2		
	P74	154	0,857		
	P144	127,5	0,71		
N56	P63	215,7	1,2	0,706	0,706
	P145	38,06	0,212		
N57	P64	198	1,102	1,249	1,249
	P65	226,9	1,263		
	P67	24,03	0,134		
N58	P65	226,9	1,263	0,631	0,631
N59	P66	137,9	0,767	0,384	0,384
N60	P67	24,03	0,134	0,809	0,809
	P68	112,6	0,627		
	P74	154	0,857		
N61	P68	112,6	0,627	0,976	0,976
	P69	87,03	0,484		
	P75	151,1	0,841		
N62	P69	87,03	0,484	1,101	1,101
	P70	308,7	1,718		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N63	P71	91,18	0,507	1,022	1,022
	P72	88,28	0,491		
	P136	119,5	0,665		
	P137	68,42	0,381		
N64	P72	88,28	0,491	0,68	0,68
	P151	87,12	0,485		
	P152	69,01	0,384		
N65	P73	76,69	0,427	0,404	0,404
	P137	68,42	0,381		
N66	P73	76,69	0,427	0,405	0,405
	P152	69,01	0,384		
N67	P75	151,1	0,841	0,996	0,996
	P76	79,32	0,441		
	P144	127,5	0,71		
N68	P76	79,32	0,441	0,694	0,694
	P77	81,15	0,452		
	P78	89,08	0,496		
N69	P77	81,15	0,452	0,226	0,226
N70	P78	89,08	0,496	0,553	0,553
	P79	71,75	0,399		
	P145	38,06	0,212		
N71	P79	71,75	0,399	0,586	0,586
	P80	79,39	0,442		
	P81	59,43	0,331		
N72	P80	79,39	0,442	0,388	0,388
	P83	60,13	0,335		
N73	P81	59,43	0,331	0,547	0,547
	P82	82	0,456		
	P84	55,21	0,307		
N74	P82	82	0,456	0,526	0,526
	P83	60,13	0,335		
	P86	46,97	0,261		
N75	P84	55,21	0,307	0,786	0,786
	P85	78,52	0,437		
	P87	148,7	0,828		
N76	P85	78,52	0,437	0,688	0,688
	P86	46,97	0,261		
	P88	121,7	0,677		
N77	P87	148,7	0,828	0,752	0,752
	P88	121,7	0,677		
N78	P89	109	0,607	0,817	0,817
	P90	52,11	0,29		
	P91	132,5	0,737		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N79	P90	52,11	0,29	0,55	0,55
	P97	21,86	0,122		
	P99	123,8	0,689		
N80	P91	132,5	0,737	1,524	1,524
	P92	334	1,859		
	P95	81,1	0,451		
N81	P92	334	1,859	2,244	19,244
	P153	240	1,336		
	P138	232,6	1,294		
N82	P93	325	1,809	1,719	1,719
	P138	232,6	1,294		
	P143	60,28	0,335		
N83	P93	325	1,809	1,736	1,736
	P94	298,7	1,662		
N84	P95	81,1	0,451	0,756	0,756
	P96	131,6	0,732		
	P104	59,02	0,328		
N85	P96	131,6	0,732	0,845	0,845
	P97	21,86	0,122		
	P98	150,1	0,835		
N86	P98	150,1	0,835	0,418	0,418
N87	P99	123,8	0,689	1,247	1,247
	P100	78,79	0,438		
	P101	245,4	1,366		
N88	P100	78,79	0,438	0,219	0,219
N89	P101	245,4	1,366	0,993	0,993
	P102	12,9	0,072		
	P110	98,6	0,549		
N90	P102	12,9	0,072	1,097	1,097
	P103	184,8	1,028		
	P112	196,7	1,095		
N91	P103	184,8	1,028	1,955	1,955
	P111	354,6	1,973		
	P115	163	0,907		
N92	P104	59,02	0,328	1,301	1,301
	P105	308,9	1,719		
	P106	99,67	0,555		
N93	P105	308,9	1,719	1,475	1,475
	P107	169,1	0,941		
	P109	52,19	0,29		
N94	P106	99,67	0,555	1,288	1,288
	P107	169,1	0,941		
	P108	194,1	1,08		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N95	P108	194,1	1,08	0,54	0,54
N96	P109	52,19	0,29	0,456	0,456
	P110	98,6	0,549		
	P113	13,21	0,074		
N97	P111	354,6	1,973	0,987	0,987
N98	P112	196,7	1,095	1,305	1,305
	P114	171,7	0,956		
	P116	100,5	0,559		
N99	P113	13,21	0,074	0,861	0,861
	P114	171,7	0,956		
	P117	124,5	0,693		
N100	P115	163	0,907	1,376	1,376
	P116	100,5	0,559		
	P118	101,8	0,567		
	P120	129,1	0,718		
N101	P117	124,5	0,693	1,326	1,326
	P123	308,5	1,717		
	P124	43,39	0,241		
N102	P118	101,8	0,567	1,217	1,217
	P119	229,5	1,277		
	P121	106	0,59		
N103	P119	229,5	1,277	0,639	0,639
N104	P120	129,1	0,718	1,217	1,217
	P121	106	0,59		
	P122	202,3	1,126		
N105	P122	202,3	1,126	0,563	0,563
N106	P123	308,5	1,717	0,858	0,858
N107	P124	43,39	0,241	1,117	1,117
	P125	248,7	1,384		
	P126	109,3	0,608		
N108	P125	248,7	1,384	1,488	1,488
	P126	109,3	0,608		
	P127	176,7	0,983		
N109	P127	176,7	0,983	0,958	0,958
	P128	96,25	0,536		
	P139	71,47	0,398		
N110	P128	96,25	0,536	1,565	1,565
	P129	112,8	0,628		
	P130	353,3	1,966		

**Tableau (V.3):** Calculs de débits routes et nodaux du secteur caserne ouest (réseau projeté) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)	
				Pointe	Pointe+incendie
N111	P129	112,8	0,628	0,314	0,314
N112	P130	353,3	1,966	0,983	0,983
N114	P136	119,5	0,665	0,333	0,333
N115	P139	71,47	0,398	0,199	0,199
N118	P148	46,1	0,257	0,549	0,549
	P147	50,6	0,282		
	P27	100,5	0,559		
N119	P150	104	0,579	1,391	1,391
	P151	87,12	0,485		
	P70	308,7	1,718		
N120	P94	298,7	1,662	1,667	1,667
	P143	60,28	0,335		
	P153	240	1,336		

**Remarque :**

- Le point le plus défavorable se trouve au nœud 81 (N81)

**V.6 Simulation hydraulique du réseau projeté :**

**V.6.1 Répartition arbitraire des débits (Méthode de calcul):**

Après avoir calculé les débits aux nœuds on peut répartir arbitrairement les débits afin de déterminer les diamètres des conduites, la méthode utilisée dans les calculs du réseau de distribution est celle d'HARDY CROSS pour déterminer les débits dans les conduites, la méthode est basée sur deux hypothèses :

- 1er loi (équation de continuité de KIRCHOFF) :

En un nœud quelconque de conduites, la somme des débits qui y arrive est égale à la somme des débits qui y partent.

- 2eme loi (loi des mailles) :

Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme des pertes de charges est nulle

**V.6.2 Principe de fonctionnement du logiciel EPANET:**

**V.6.2.1 Fichiers des données :**

Sur la boîte de dialogue qui est représenté sur la figure (V.1), on sélectionne les paramètres suivants :

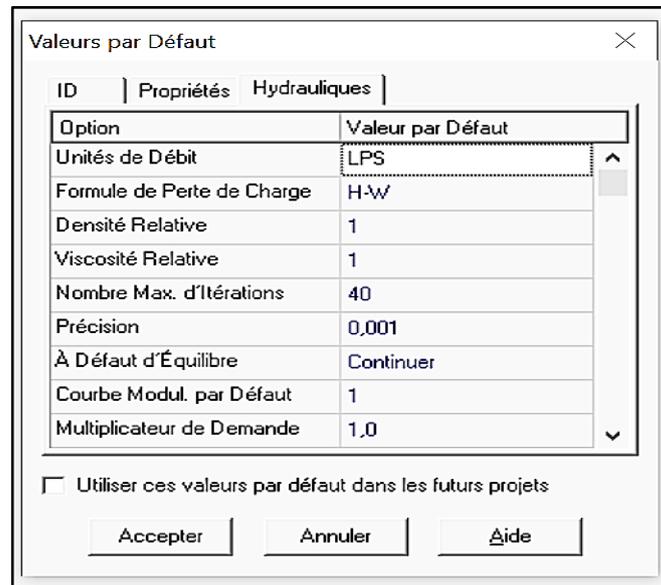
- on sélectionne comme unité de débit LPS (l/s).
- On choisit la formule de perte de charge.

La perte de charge peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- Formule de hazan-williams.
- Formule de darcy-weisbach.
- Formule de Chézy-Manning.

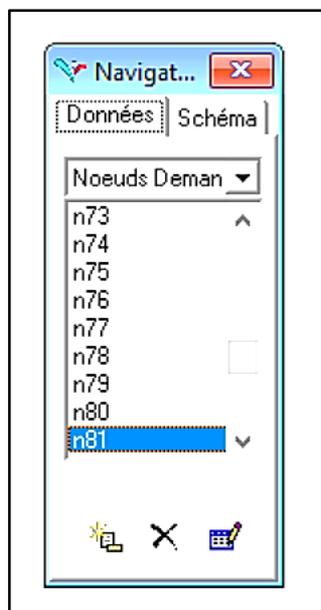
La formule de perte de charge est, par défaut, celle de darcy-weisbach, avec un retour possible sur les formules de hazans williams ou de Chézy-Manning.

Pour notre étude on utilise la formule de hazan-williams.



**Figure V.1:**Boite de dialogue EPANET

La rubrique navigateur des données permet l'accès aux différents objets du réseau classifiés par catégorie (nœuds de demande, tuyaux, etc.) les boutons du bas de la fenêtre sont utilisés pour ajouter, supprimer ou modifier ces objets.



**Figure V.2:**Navigateur des données.

### V.6.2.2 Propriétés des nœuds de demande :

- Coordonnée X : position horizontale du nœud de demande.
- Coordonnée Y : position verticale du nœud de demande.
- Altitude Z : altitude en mètres par rapport à une certaine référence, L'altitude s'utilise pour calculer la pression dans le nœud de demande.
- Demande de base : la demande d'eau au nœud, exprimée dans l'unité de débit sélectionné (l/s).

Propriété	Valeur
*ID Noeud	n1
Coordonnée X	4332,72
Coordonnée Y	8664,72
Description	
Genre	
*Altitude	188,13310
Demande de Base	0,6905484
Courbe Modul. Demande	
Catégories de Demande	1
Coeff. de l'Émetteur	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Demande Actuelle	Sans Vale
Charge	Sans Vale

Figure V.3: Propriétés du nœud

### V.6.2.3 Propriétés des tuyaux :

- Nœud initial : Etiquette d'identification du nœud d'où le tuyau de départ.
- Nœud final : Etiquette d'identification du nœud d'où le tuyau d'arrive.
- Longueur : Longueur du tuyau en mètres.
- Diamètre : Diamètre du tuyau en (mm).
- Rugosité : Coefficient de rugosité du tuyau.

Tuyau p2	
Propriété	Valeur
*ID Tuyau	p2
*Noeud Initial	n1
*Noeud Final	n2
Description	
Genre	
*Longueur	71,6
*Diamètre	102,2
*Rugosité	140
Coeff. Pertes Singul.	0
État Initial	Ouvert
Coef.Réact. dans la Masse	
Coef.Réact. aux Parois	
Débit	Sans Vale
Vitesse	Sans Vale

Figure V.4:Propriétés de tuyau

#### V.6.2.4 Propriétés des réservoirs :

- Coordonnée X : Position horizontale du réservoir.
- Coordonnée Y : Position verticale du réservoir.
- Altitude du radier : Altitude du radier du réservoir en mètre.

Réservoir R1	
Propriété	Valeur
*ID Réservoir	R1
Coordonnée X	4227,10
Coordonnée Y	8369,78
Description	
Genre	
*Altitude du Radier	220
*Niveau Initial	2
*Niveau Minimal	0

Figure V.5:Propriété du réservoir

**V.6.3 Résultats de la simulation :**

**V.6.3.1 Résultats de simulation du réseau projeté du secteur caserne est :**

Le tableau (V.4), tableau (V.5), tableau (V.6) et le tableau (V.7) montrent les résultats de la simulation hydraulique du réseau du secteur caserne est en cas de pointe et en cas de pointe +incendie.

**a) Cas de pointe:**

a. État des Nœuds du Réseau:

**Tableau V.4:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	188,13	0,69	220,44	32,3
N2	192,19	0,66	220,37	28,18
N3	193,69	0,42	220,16	26,47
N4	187,81	0,64	220,12	32,31
N5	183,17	0,93	220,16	36,99
N7	183,62	0,48	220,05	36,43
N8	181,52	0,73	219,99	38,47
N10	179,24	0,74	219,91	40,68
N11	177,03	1,1	219,75	42,72
N13	188,83	1,35	220,11	31,28
N14	183,18	1,11	219,98	36,8
N16	172,31	1,32	218,89	46,59
N17	172,14	4,69	218,73	46,59
N18	186,92	2,39	219,13	32,21
N19	184,19	0,43	219,49	35,3
N20	140,23	3,6	215,21	74,97
N21	163,03	3,38	216,52	53,49
N22	185,76	1,48	218,32	32,56
N23	178,01	0,52	217,95	39,94
N25	177,2	0,71	217,91	40,71
N26	184,67	0,82	218,17	33,5
N27	176,15	0,95	217,73	41,57
N28	183,1	0,82	218,03	34,93
N29	173,84	1	217,48	43,64
N30	177,96	0,7	217,59	39,63
N31	171,93	0,88	217,2	45,27
N32	160,85	1,44	216,38	55,53
N33	172,63	1,76	214,52	41,89
N34	137,77	0,22	215	77,23
N35	184,67	1,86	214,09	29,42
N36	149,5	0,62	214,07	64,57
N37	141,79	1,38	215,3	73,52

**Tableau (V.4):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe) (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N38	146,07	3,83	215,13	69,06
N39	108,65	4,44	213,49	104,84
N40	145,5	1,75	214,87	69,36
N41	133,61	1,39	214,25	80,64
N42	118,61	1,69	214,04	95,43
N43	140,23	1,27	215,23	75
N44	112,75	1,46	213,62	100,86
N45	139	0,58	214,94	75,93
N46	100,02	1,86	212,82	112,8
N47	186,8	0,91	213,92	27,12
N48	188,22	1,6	213,71	25,49
N49	182,93	0,39	213,34	30,41
N50	191,82	0,89	213,04	21,22
N51	193,72	0,72	213,39	19,67
N52	192,36	0,21	213,2	20,84
N53	191,41	0,58	213,33	21,92
N54	183,82	0,93	212,53	28,71
N55	188,18	0,51	211,74	23,56
N56	108,61	2,28	212,58	103,96
N57	127,52	1,52	212,26	84,75
N58	126,92	1,13	212,39	85,47
N59	173,75	1,56	212,29	38,54
N60	155,61	0,48	211,61	56
N61	149,13	0,77	211,45	62,32
N62	137,61	1,92	212,35	74,74
N63	144,26	1,21	211,53	67,27
N64	160,81	0,82	213,28	52,47
N65	154,35	0,28	213,24	58,89
N66	154,79	0,17	213,13	58,35
N67	163,97	0,99	213,08	49,11
N68	167,76	0,21	212,89	45,13
N69	133,17	0,9	212,07	78,89
N70	133,39	0,31	211,65	78,26
N72	188,28	1,26	213,51	25,23
N73	157,61	0,55	212,76	55,15
N9	186,02	0,89	220,31	34,29
Réservoir R1	220	-82,1	222	2

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.5:** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe)

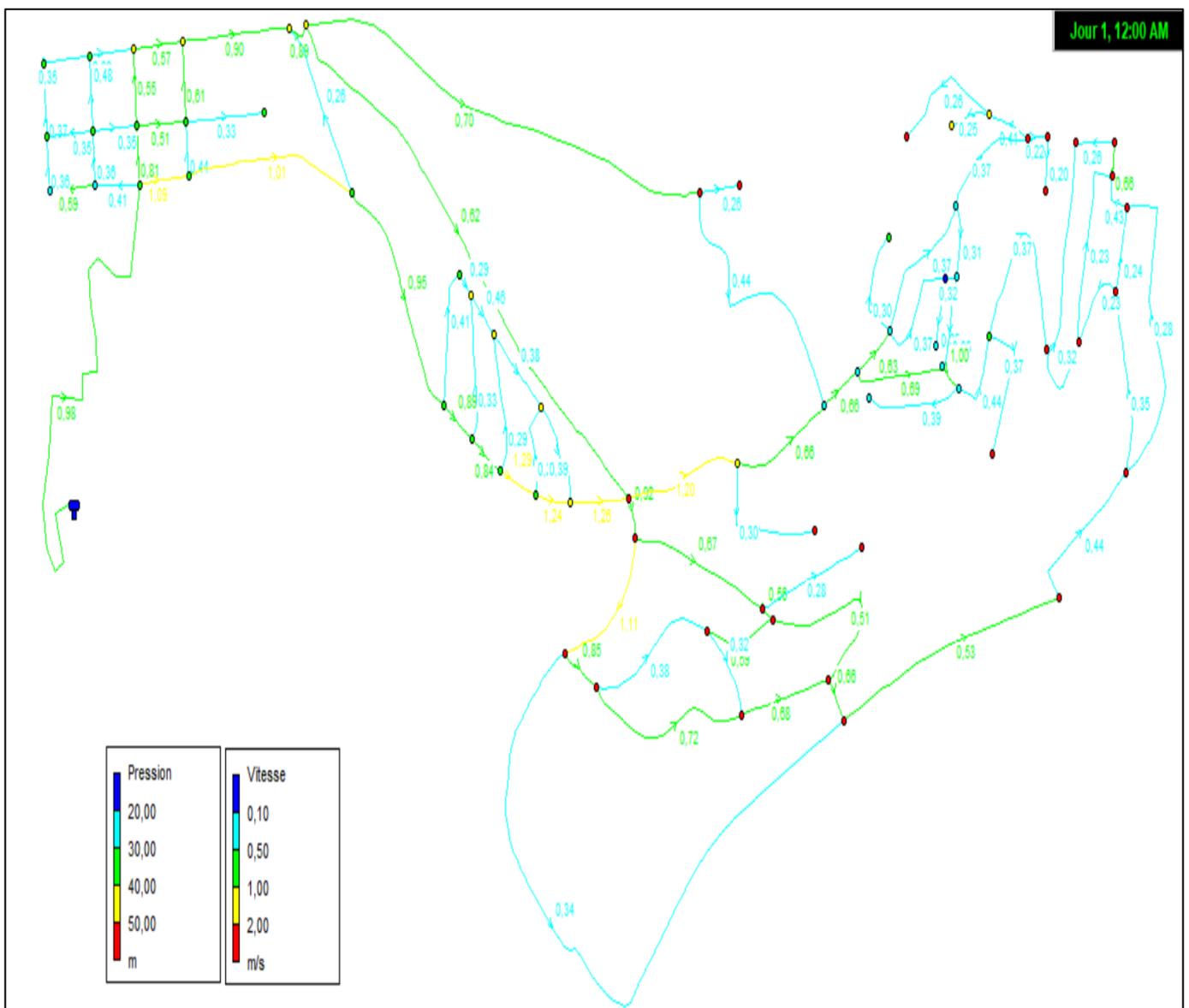
Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	71,6	204,6	13,41	0,41	0,87
P3	73,63	130,8	7,9	0,59	2,9
P4	48,84	163,6	7,48	0,36	0,88
P7	67,04	163,6	7,87	0,37	0,97
P8	74,33	163,6	7,39	0,35	0,86
P10	71,29	163,6	8,08	0,38	1,02
P11	69,47	102,2	-4,55	0,55	3,47
P12	53,22	130,8	10,89	0,81	5,26
P13	78,99	163,6	11,89	0,57	2,08
P15	79,31	257,8	57,11	1,09	4,15
P16	49,38	90	2,8	0,44	2,63
P18	173,2	163,6	18,96	0,9	4,94
P19	34,9	163,6	18,76	0,89	4,84
P20	181,8	73,6	-1,12	0,26	1,28
P21	127	40,8	0,43	0,33	3,86
P22	270,9	257,8	52,96	1,01	3,61
P23	666	102,2	5,7	0,7	5,28
P24	683,1	130,8	8,36	0,62	3,23
P25	252,6	257,8	49,45	0,95	3,18
P26	127,2	73,6	1,76	0,41	2,96
P28	25,33	73,6	1,24	0,29	1,55
P29	55,51	257,8	46,21	0,89	2,81
P30	132,8	73,6	1,41	0,33	1,96
P31	51,65	73,6	1,94	0,46	3,54
P32	53,79	257,8	43,98	0,84	2,56
P33	128,5	51,4	0,61	0,29	2,37
P34	99,11	73,6	1,6	0,38	2,47
P35	59,93	204,6	42,56	1,29	7,43
P36	90,05	73,6	1,06	0,25	1,16
P37	106,8	73,6	1,66	0,39	2,64
P38	56,37	204,6	40,79	1,24	6,87
P39	95,11	204,6	41,57	1,26	7,11
P40	36,79	204,6	30,37	0,92	3,98
P41	183,1	130,8	16,19	1,2	10,96
P42	64,11	32,6	0,22	0,26	3,25
P43	332,1	73,6	1,88	0,44	3,36
P44	153,7	163,6	13,81	0,66	2,75
P45	181,7	51,4	0,62	0,3	2,44

**Tableau (V.5):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe) (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P46	217,2	102,2	5,5	0,67	4,94
P47	899,1	80	1,69	0,34	1,82
P48	200	61,4	1,11	0,38	3,07
P49	257,9	163,6	15,04	0,72	3,22
P50	113,8	51,4	-1,21	0,59	8,55
P51	143,1	163,6	14,29	0,68	2,93
P52	97,08	61,4	0,94	0,32	2,22
P53	19,11	90	3,54	0,56	4,07
P54	170,3	51,4	0,58	0,28	2,16
P55	242,3	51,4	1,06	0,51	6,64
P56	45,59	163,6	13,89	0,66	2,77
P57	366	163,6	11,13	0,53	1,84
P58	63,16	163,6	13,84	0,66	2,76
P59	63,02	130,8	8,51	0,63	3,33
P60	115,2	40,8	0,39	0,3	3,23
P61	143,6	90	4,41	0,69	6,1
P62	131,5	73,6	1,59	0,37	2,46
P63	61,31	32,6	0,21	0,25	2,99
P64	86,02	51,4	-0,73	0,35	3,37
P65	18,26	51,4	0,67	0,32	2,84
P66	33,75	73,6	4,25	1	15,18
P67	150,1	40,8	0,51	0,39	5,27
P68	184	163,6	9,27	0,44	1,31
P69	320,2	102,2	2,3	0,28	0,98
P70	167,4	130,8	4,69	0,35	1,1
P71	79,2	51,4	0,5	0,24	1,64
P72	90,73	90	2,81	0,44	2,65
P73	142,4	40,8	0,48	0,37	4,78
P74	227,3	51,4	0,77	0,37	3,69
P75	87,09	130,8	3,06	0,23	0,5
P76	295,1	51,4	0,66	0,32	2,77
P77	31,19	51,4	0,45	0,22	1,34
P78	50,3	32,6	0,17	0,2	2,07
P79	67,63	73,6	1,75	0,41	2,92
P80	61,87	32,6	0,21	0,25	3,04
P81	184,6	51,4	0,48	0,23	1,53
P82	49,58	61,4	1,28	0,43	3,95
P83	29,83	40,8	0,86	0,66	13,91
P84	61,83	51,4	0,55	0,26	1,97
P85	59,71	163,6	17,91	0,85	4,45
P86	170,2	163,6	23,43	1,11	7,31
P87	66,98	51,4	-0,65	0,31	2,66
P88	142,7	102,2	3,01	0,37	1,62

**Tableau (V.5):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe) (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P89	163,2	130,8	-4,92	0,37	1,21
P90	162,1	51,4	0,55	0,26	1,97
P1	615,9	327,4	82,1	0,98	2,54
P9	68,31	61,4	-1,42	0,48	4,79
P5	73,74	61,4	-1,04	0,35	2,68
P92	71,41	73,6	1,51	0,35	2,22
P17	79,19	130,8	-6,92	0,51	2,27
P14	73,04	130,8	8,18	0,61	3,09
P6	50	130,8	4,85	0,36	1,18



**Figure V.6:** Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est : cas de pointe (vitesse et pression)

**b) Cas de pointe +incendie:**

a. État des Nœuds du Réseau

**Tableau V.6:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe + incendie)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	188,13	0,69	219,78	31,65
N2	192,19	0,66	219,7	27,51
N3	193,69	0,42	219,43	25,73
N4	187,81	0,64	219,37	31,56
N5	183,17	0,93	219,41	36,24
N7	183,62	0,48	219,28	35,66
N8	181,52	0,73	219,19	37,68
N10	179,24	0,74	219,09	39,85
N11	177,03	1,1	218,86	41,83
N13	188,83	1,35	219,3	30,47
N14	183,18	1,11	219,16	35,99
N16	172,31	1,32	217,66	45,36
N17	172,14	4,69	217,43	45,29
N18	186,92	2,39	217,82	30,9
N19	184,19	0,43	218,67	34,48
N20	140,23	3,6	213,2	72,96
N21	163,03	3,38	213,59	50,56
N22	185,76	1,48	216,56	30,8
N23	178,01	0,52	216,05	38,04
N25	177,2	0,71	215,99	38,78
N26	184,67	0,82	216,32	31,64
N27	176,15	0,95	215,7	39,55
N28	183,1	0,82	216,09	32,99
N29	173,84	1	215,25	41,42
N30	177,96	0,7	215,37	37,41
N31	171,93	0,88	214,73	42,79
N32	160,85	1,44	213,26	52,41
N33	172,63	1,76	211,72	39,09
N34	137,77	0,22	212,99	75,22
N35	184,67	1,86	211,33	26,66
N36	149,5	0,62	211,28	61,78
N37	141,79	1,38	211,31	69,52
N38	146,07	3,83	210,16	64,09
N39	108,65	4,44	204,78	96,13
N40	145,5	1,75	209,41	63,91
N41	133,61	1,39	208,13	74,52
N42	118,61	1,69	206,81	88,2
N43	140,23	1,27	211,13	70,9

La suite de tableau (V.6) est représentée dans l'annexe

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.7:** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe +incendie)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	71,6	204,6	15,3	0,47	1,12
P3	73,63	130,8	9,11	0,68	3,78
P4	48,84	163,6	8,69	0,41	1,17
P7	67,04	163,6	9,25	0,44	1,31
P8	74,33	163,6	8,77	0,42	1,18
P10	71,29	163,6	9,7	0,46	1,43
P11	69,47	102,2	-5,3	0,65	4,62
P12	53,22	130,8	12,69	0,94	6,99
P13	78,99	163,6	14,26	0,68	2,91
P15	79,31	257,8	70,41	1,35	6,12
P16	49,38	90	2,86	0,45	2,74
P18	173,2	163,6	22,72	1,08	6,9
P19	34,9	163,6	22,29	1,06	6,67
P20	181,8	73,6	-0,89	0,21	0,85
P21	127	40,8	0,43	0,33	3,86
P22	270,9	257,8	66,2	1,27	5,46
P23	666	102,2	6,31	0,77	6,36
P24	683,1	130,8	11,29	0,84	5,63
P25	252,6	257,8	62,91	1,21	4,97
P26	127,2	73,6	2,09	0,49	4,06
P28	25,33	73,6	1,57	0,37	2,4
P29	55,51	257,8	59,35	1,14	4,46
P30	132,8	73,6	1,6	0,38	2,49
P31	51,65	73,6	2,46	0,58	5,51
P32	53,79	257,8	56,93	1,09	4,13
P33	128,5	51,4	0,7	0,34	3,05
P34	99,11	73,6	2,21	0,52	4,51
P35	59,93	204,6	55,41	1,69	12,11
P36	90,05	73,6	1,11	0,26	1,27
P37	106,8	73,6	2,32	0,55	4,94
P38	56,37	204,6	53,6	1,63	11,39
P39	95,11	204,6	55,04	1,67	11,96
P40	36,79	204,6	47,37	1,44	9,06
P41	183,1	130,8	15,58	1,16	10,22
P42	64,11	32,6	0,22	0,26	3,25
P43	332,1	73,6	2,49	0,58	5,62
P44	153,7	163,6	13,21	0,63	2,53
P45	181,7	51,4	0,62	0,3	2,44
P46	217,2	102,2	7,58	0,92	8,95
P47	899,1	80	3,2	0,64	5,99

La suite de tableau (V.7) est représentée dans l'annexe

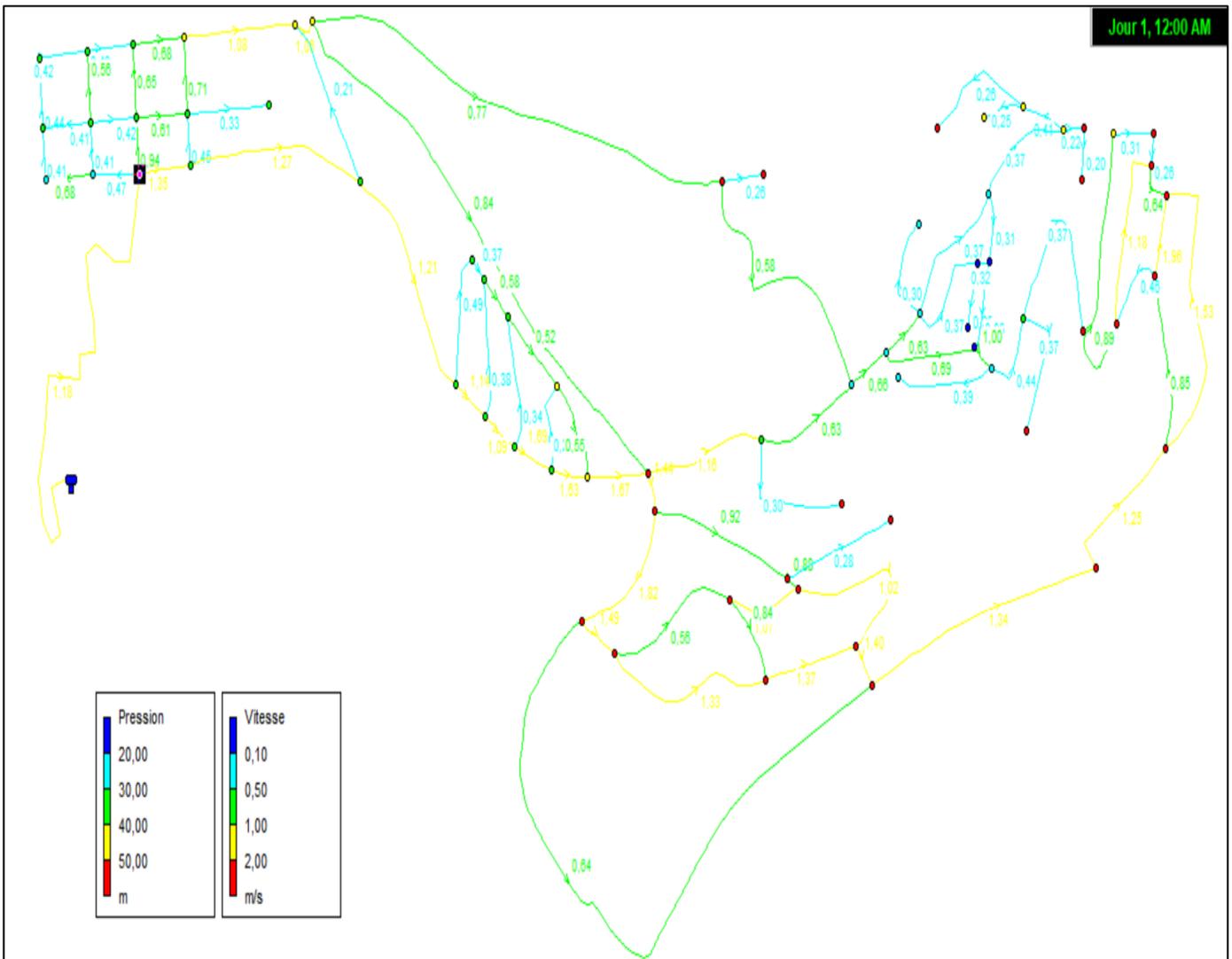


Figure V.7: Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est : cas de pointe+incendie (vitesse et pression).

**V.6.3.2 Interprétation des résultats de simulation (secteur caserne est):**

- Les valeurs des pressions en rouge au niveau des nœuds dans les tableaux « Etat des nœuds », sont des pressions qui dépassent la pression maximale 80 mce.
- La majorité des vitesses sont acceptables varié entre 0.3 et 1.5m/s.
- On va essayer de remédier aux problèmes de pression dans le secteur caserne est en ajoutant un réducteur de pression consigne de 40 entre le nœud 21 et le nœud 32.

Le tableau (V.8) représente les caractéristiques du réducteur de pression

**Tableau V.8:**Caractéristique du réducteur de pression:

Vanne 1	Diamètre (mm)	Cas de pointe			Cas de pointe +incendie		
		Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
	250	30,3	0,92	40	47,3	1,44	40

**V.6.3.3 Résultats de la simulation du réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression:**

Le tableau (V.9), tableau (V.10), tableau (V.11) et le tableau (V.12) montrent les résultats de la simulation hydraulique du réseau du secteur caserne est avec l'utilisation du réducteur de pression en cas de pointe et en cas de pointe +incendie.

**a) Cas de pointe:**

a. État des Nœuds du Réseau:

**Tableau V.9:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	188,13	0,69	220,44	32,3
N2	192,19	0,66	220,37	28,18
N3	193,69	0,42	220,16	26,47
N4	187,81	0,64	220,12	32,31
N5	183,17	0,93	220,16	36,99
N7	183,62	0,48	220,05	36,43
N8	181,52	0,73	219,99	38,47
N10	179,24	0,74	219,91	40,68
N11	177,03	1,1	219,75	42,72
N13	188,83	1,35	220,11	31,28
N14	183,18	1,11	219,98	36,8
N16	172,31	1,32	218,89	46,59
N17	172,14	4,69	218,73	46,59
N18	186,92	2,39	219,13	32,21
N19	184,19	0,43	219,49	35,3
N20	140,23	3,6	215,21	74,97
N21	163,03	3,38	216,52	53,49
N22	185,76	1,48	218,32	32,56
N23	178,01	0,52	217,95	39,94
N25	177,2	0,71	217,91	40,71
N26	184,67	0,82	218,17	33,5
N27	176,15	0,95	217,73	41,57
N28	183,1	0,82	218,03	34,93
N29	173,84	1	217,48	43,64
N30	177,96	0,7	217,59	39,63
N31	171,93	0,88	217,2	45,27
N32	160,85	1,44	176,38	15,53
N33	172,63	1,76	214,52	41,89
N34	137,77	0,22	215	77,23
N35	184,67	1,86	214,09	29,42
N36	149,5	0,62	214,07	64,57

**Tableau (V.9):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe) suite

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N37	141,79	1,38	175,3	33,52
N38	146,07	3,83	175,13	29,06
N39	108,65	4,44	173,49	64,84
N40	145,5	1,75	174,87	29,36
N41	133,61	1,39	174,25	40,64
N42	118,61	1,69	174,04	55,43
N43	140,23	1,27	175,23	35
N44	112,75	1,46	173,62	60,86
N45	139	0,58	174,94	35,93
N46	100,02	1,86	172,82	72,8
N47	186,8	0,91	213,92	27,12
N48	188,22	1,6	213,71	25,49
N49	182,93	0,39	213,34	30,41
N50	191,82	0,89	213,04	21,22
N51	193,72	0,72	213,39	19,67
N52	192,36	0,21	213,2	20,84
N53	191,41	0,58	213,33	21,92
N54	183,82	0,93	212,53	28,71
N55	188,18	0,51	211,74	23,56
N56	108,61	2,28	172,58	63,96
N57	127,52	1,52	172,26	44,75
N58	126,92	1,13	172,39	45,47
N59	173,75	1,56	212,29	38,54
N60	155,61	0,48	211,61	56
N61	149,13	0,77	211,45	62,32
N62	137,61	1,92	172,35	34,74
N63	144,26	1,21	171,53	27,27
N64	160,81	0,82	213,28	52,47
N65	154,35	0,28	213,24	58,89
N66	154,79	0,17	213,13	58,35
N67	163,97	0,99	213,08	49,11
N68	167,76	0,21	212,89	45,13
N69	133,17	0,9	172,07	38,89
N70	133,39	0,31	171,65	38,26
N72	188,28	1,26	213,51	25,23
N73	157,61	0,55	212,76	55,15
N9	186,02	0,89	220,31	34,29
Réservoir R1	220	-82,1	222	2

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.10:** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression en cas de pointe

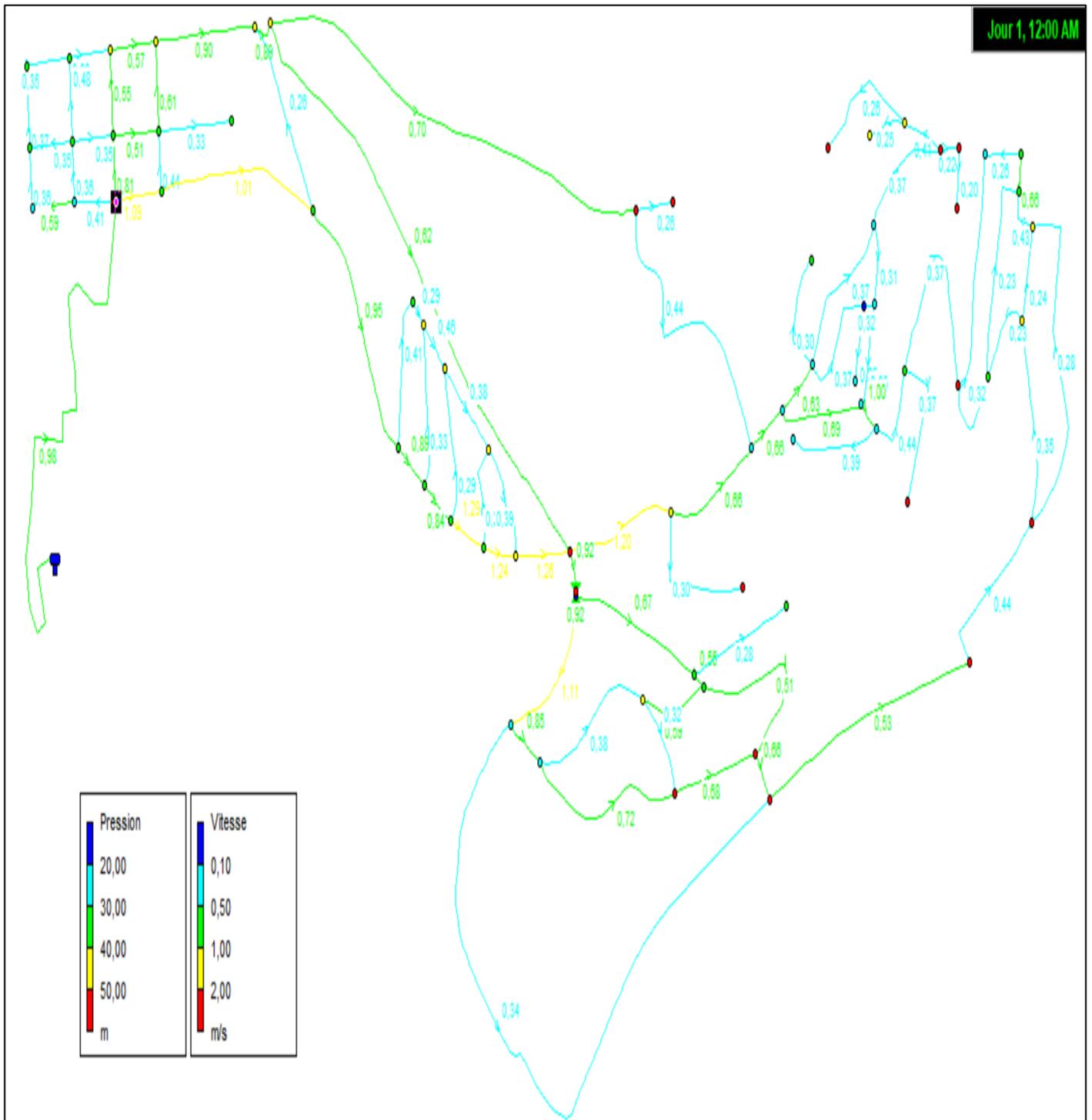
Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	71,6	204,6	13,41	0,41	0,87
P3	73,63	130,8	7,9	0,59	2,9
P4	48,84	163,6	7,48	0,36	0,88
P7	67,04	163,6	7,87	0,37	0,97
P8	74,33	163,6	7,39	0,35	0,86
P10	71,29	163,6	8,08	0,38	1,02
P11	69,47	102,2	-4,55	0,55	3,47
P12	53,22	130,8	10,89	0,81	5,26
P13	78,99	163,6	11,89	0,57	2,08
P15	79,31	257,8	57,11	1,09	4,15
P16	49,38	90	2,8	0,44	2,63
P18	173,2	163,6	18,96	0,9	4,94
P19	34,9	163,6	18,76	0,89	4,84
P20	181,8	73,6	-1,12	0,26	1,28
P21	127	40,8	0,43	0,33	3,86
P22	270,9	257,8	52,96	1,01	3,61
P23	666	102,2	5,7	0,7	5,28
P24	683,1	130,8	8,36	0,62	3,23
P25	252,6	257,8	49,45	0,95	3,18
P26	127,2	73,6	1,76	0,41	2,96
P28	25,33	73,6	1,24	0,29	1,55
P29	55,51	257,8	46,21	0,89	2,81
P30	132,8	73,6	1,41	0,33	1,96
P31	51,65	73,6	1,94	0,46	3,54
P32	53,79	257,8	43,98	0,84	2,56
P33	128,5	51,4	0,61	0,29	2,37
P34	99,11	73,6	1,6	0,38	2,47
P35	59,93	204,6	42,56	1,29	7,43
P36	90,05	73,6	1,06	0,25	1,16
P37	106,8	73,6	1,66	0,39	2,64
P38	56,37	204,6	40,79	1,24	6,87
P39	95,11	204,6	41,57	1,26	7,11
P41	183,1	130,8	16,19	1,2	10,96
P42	64,11	32,6	0,22	0,26	3,25
P43	332,1	73,6	1,88	0,44	3,36
P44	153,7	163,6	13,81	0,66	2,75
P45	181,7	51,4	0,62	0,3	2,44
P46	217,2	102,2	5,5	0,67	4,94
P47	899,1	80	1,69	0,34	1,82
P48	200	61,4	1,11	0,38	3,07

**Tableau (V.10):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression cas de pointe (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P49	257,9	163,6	15,04	0,72	3,22
P50	113,8	51,4	-1,21	0,59	8,55
P51	143,1	163,6	14,29	0,68	2,93
P52	97,08	61,4	0,94	0,32	2,22
P53	19,11	90	3,54	0,56	4,06
P54	170,3	51,4	0,58	0,28	2,16
P55	242,3	51,4	1,06	0,51	6,64
P56	45,59	163,6	13,89	0,66	2,78
P57	366	163,6	11,13	0,53	1,84
P58	63,16	163,6	13,84	0,66	2,76
P59	63,02	130,8	8,51	0,63	3,33
P60	115,2	40,8	0,39	0,3	3,23
P61	143,6	90	4,41	0,69	6,1
P62	131,5	73,6	1,59	0,37	2,46
P63	61,31	32,6	0,21	0,25	2,99
P64	86,02	51,4	-0,73	0,35	3,37
P65	18,26	51,4	0,67	0,32	2,84
P66	33,75	73,6	4,25	1	15,18
P67	150,1	40,8	0,51	0,39	5,27
P68	184	163,6	9,27	0,44	1,31
P69	320,2	102,2	2,3	0,28	0,98
P70	167,4	130,8	4,69	0,35	1,11
P71	79,2	51,4	0,5	0,24	1,64
P72	90,73	90	2,81	0,44	2,65
P73	142,4	40,8	0,48	0,37	4,78
P74	227,3	51,4	0,77	0,37	3,69
P75	87,09	130,8	3,06	0,23	0,5
P76	295,1	51,4	0,66	0,32	2,77
P77	31,19	51,4	0,45	0,22	1,34
P78	50,3	32,6	0,17	0,2	2,07
P79	67,63	73,6	1,75	0,41	2,92
P80	61,87	32,6	0,21	0,25	3,04
P81	184,6	51,4	0,48	0,23	1,53
P82	49,58	61,4	1,28	0,43	3,95
P83	29,83	40,8	0,86	0,66	13,92
P84	61,83	51,4	0,55	0,26	1,97
P86	59,71	163,6	17,91	0,85	4,45
P87	170,2	163,6	23,43	1,11	7,31
P88	66,98	51,4	-0,65	0,31	2,66
P89	142,7	102,2	3,01	0,37	1,62
P90	163,2	130,8	-4,92	0,37	1,21

**Tableau (V.10):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression cas de pointe (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P91	162,1	51,4	0,55	0,26	1,97
P1	615,9	327,4	82,1	0,98	2,54
P9	68,31	61,4	-1,42	0,48	4,79
P5	73,74	61,4	-1,04	0,35	2,68
P92	71,41	73,6	1,51	0,35	2,22
P17	79,19	130,8	-6,92	0,51	2,27
P14	73,04	130,8	8,18	0,61	3,09
P6	50	130,8	4,85	0,36	1,18
P40	36,79	204,6	30,37	0,92	3,98
Vanne 1	Sans Valeur	204,6	30,37	0,92	40



**Figure V.8:**Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est avec un réducteur de pression : cas de pointe (vitesse et pression)

**b) Cas de pointe + incendie:**

a. État des Nœuds du Réseau:

**Tableau V.11:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe + incendie)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	188,13	0,69	219,78	31,65
N2	192,19	0,66	219,7	27,51
N3	193,69	0,42	219,43	25,73
N4	187,81	0,64	219,37	31,56
N5	183,17	0,93	219,41	36,24
N7	183,62	0,48	219,28	35,66
N8	181,52	0,73	219,19	37,68
N10	179,24	0,74	219,09	39,85
N11	177,03	1,1	218,86	41,83
N13	188,83	1,35	219,3	30,47
N14	183,18	1,11	219,16	35,99
N16	172,31	1,32	217,67	45,36
N17	172,14	4,69	217,43	45,29
N18	186,92	2,39	217,82	30,9
N19	184,19	0,43	218,67	34,48
N20	140,23	3,6	213,2	72,96
N21	163,03	3,38	213,59	50,56
N22	185,76	1,48	216,56	30,8
N23	178,01	0,52	216,05	38,04
N25	177,2	0,71	215,99	38,78
N26	184,67	0,82	216,32	31,64
N27	176,15	0,95	215,7	39,55
N28	183,1	0,82	216,09	32,99
N29	173,84	1	215,25	41,42
N30	177,96	0,7	215,37	37,41
N31	171,93	0,88	214,73	42,79
N32	160,85	1,44	173,26	12,41
N33	172,63	1,76	211,72	39,09
N34	137,77	0,22	212,99	75,22
N35	184,67	1,86	211,33	26,66
N36	149,5	0,62	211,28	61,78
N37	141,79	1,38	171,31	29,52
N38	146,07	3,83	170,16	24,09
N39	108,65	4,44	164,78	56,13
N40	145,5	1,75	169,41	23,91
N41	133,61	1,39	168,13	34,52
N42	118,61	1,69	166,81	48,2
N43	140,23	1,27	171,13	30,9
N44	112,75	1,46	165,28	52,53
N45	139	0,58	170,94	31,94

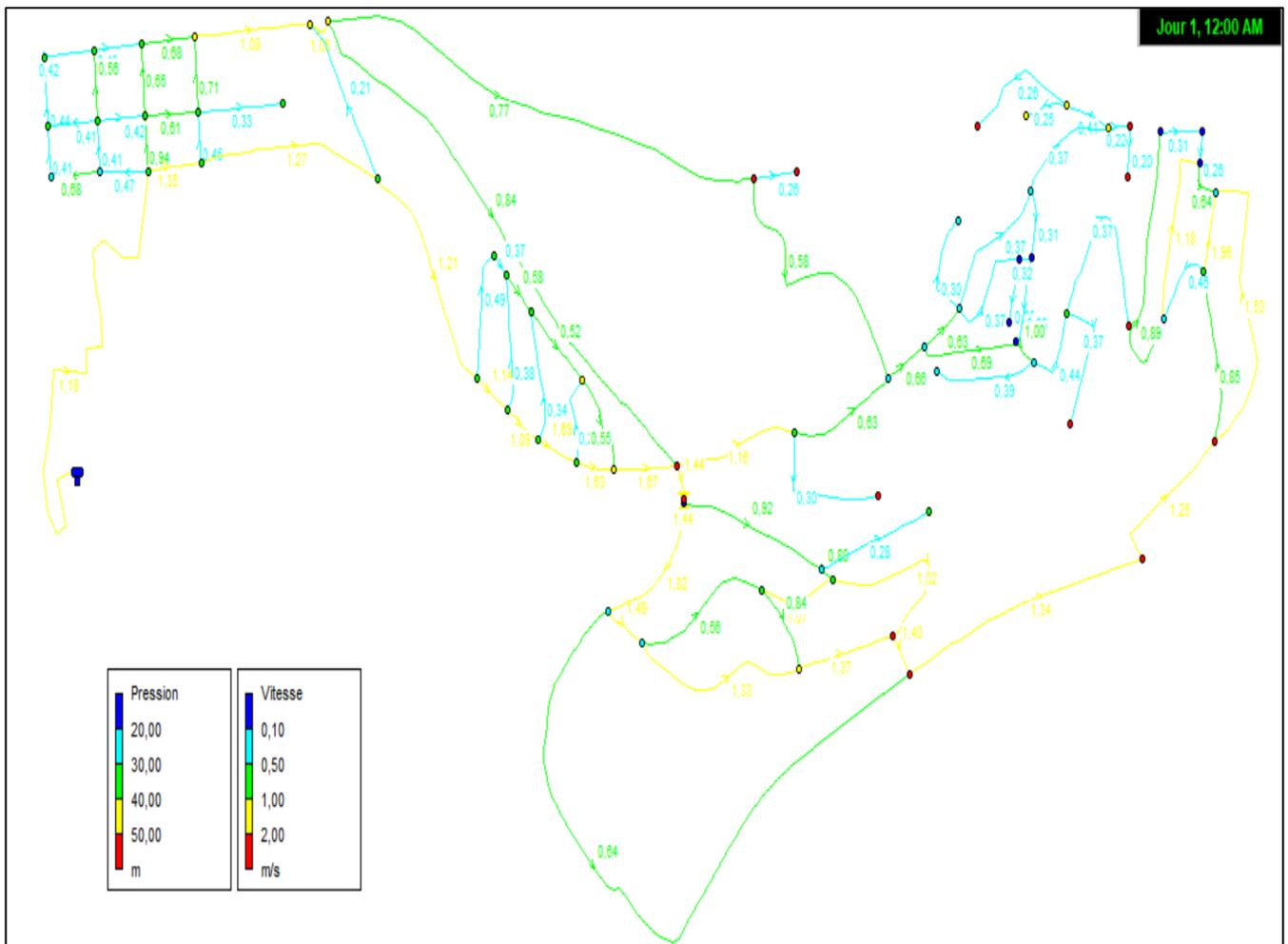
La suite de tableau (V.11) est représentée dans l'annexe

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.12:** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe +incendie)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	71,6	204,6	15,3	0,47	1,12
P3	73,63	130,8	9,11	0,68	3,78
P4	48,84	163,6	8,69	0,41	1,16
P7	67,04	163,6	9,25	0,44	1,31
P8	74,33	163,6	8,77	0,42	1,18
P10	71,29	163,6	9,7	0,46	1,43
P11	69,47	102,2	-5,3	0,65	4,62
P12	53,22	130,8	12,69	0,94	6,98
P13	78,99	163,6	14,26	0,68	2,91
P15	79,31	257,8	70,42	1,35	6,12
P16	49,38	90	2,86	0,45	2,73
P18	173,2	163,6	22,72	1,08	6,9
P19	34,9	163,6	22,29	1,06	6,67
P20	181,8	73,6	-0,9	0,21	0,84
P21	127	40,8	0,43	0,33	3,86
P22	270,9	257,8	66,2	1,27	5,46
P23	666	102,2	6,31	0,77	6,36
P24	683,1	130,8	11,29	0,84	5,63
P25	252,6	257,8	62,91	1,21	4,97
P26	127,2	73,6	2,09	0,49	4,06
P28	25,33	73,6	1,57	0,37	2,4
P29	55,51	257,8	59,35	1,14	4,46
P30	132,8	73,6	1,6	0,38	2,49
P31	51,65	73,6	2,46	0,58	5,51
P32	53,79	257,8	56,93	1,09	4,13
P33	128,5	51,4	0,7	0,34	3,05
P34	99,11	73,6	2,21	0,52	4,51
P35	59,93	204,6	55,41	1,69	12,11
P36	90,05	73,6	1,11	0,26	1,27
P37	106,8	73,6	2,32	0,55	4,94
P38	56,37	204,6	53,6	1,63	11,39
P39	95,11	204,6	55,04	1,67	11,96
P41	183,1	130,8	15,58	1,16	10,22
P42	64,11	32,6	0,22	0,26	3,25
P43	332,1	73,6	2,49	0,58	5,62
P44	153,7	163,6	13,21	0,63	2,53
P45	181,7	51,4	0,62	0,3	2,44

La suite de tableau (V.12) est représentée dans l'annexe



**Figure V.9:**Résultat de simulation 2046 de secteur caserne est avec un réducteur de pression cas de pointe + incendie (vitesse et pression)

**Remarque:**

Après le rajout de vanne de réduction de pression on a pu remédier aux problèmes constatés et on remarque que notre réseau fonctionne avec des pressions acceptables et satisfaisantes dans les deux cas (pointe et pointe+ incendie).

**V.6.3.4 Résultats de simulation du réseau projeté du secteur caserne ouest :**

Le tableau (V.13), tableau (V.14), tableau (V.15) et le tableau (V.16) montrent les résultats de la simulation hydraulique du réseau du secteur caserne ouest en cas de pointe et en cas de pointe +incendie.

**a) Cas de pointe :**

a. État des Nœuds du Réseau:

**Tableau V.13:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	195,3	1,53	220,81	25,51
N2	182,83	3,6	220,14	37,32
N3	162,35	3,26	218,4	56,04
N4	195,24	1,4	220,81	25,58
N5	185,45	0,77	219,8	34,35
N6	200,66	1,2	219,09	18,43
N7	201,06	1,98	219,12	18,06
N8	199,95	1,11	218,76	18,81
N9	185,24	0,95	217,57	32,33
N10	186,93	1,91	218,32	31,38
N11	180,6	0,92	217,4	36,8
N12	176,58	1,05	217,2	40,62
N13	171,78	1,52	216,5	44,72
N14	166,35	1,14	217,06	50,72
N15	186,49	1,88	216,53	30,04
N16	148,87	2,19	215,53	66,66
N17	162,73	1,25	216,38	53,65
N18	154,56	0,57	217,13	62,57
N19	168,2	1,23	217,73	49,53
N20	157,27	0,54	217,25	59,97
N21	165,42	0,76	217,87	52,45
N22	153,64	1,09	217,21	63,57
N23	159,84	0,56	217,4	57,56
N24	165,55	0,2	217,21	51,66
N26	174,94	0,6	217,99	43,05
N27	178,4	0,37	218,16	39,76
N28	175,92	0,19	217,8	41,88
N29	179,29	0,35	218,16	38,86
N30	183,5	0,34	218,41	34,91

**Tableau (V.13):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N31	182,37	0,35	218,27	35,9
N34	187,69	0,79	218,54	30,85
N35	201,34	0,99	218,75	17,4
N36	192,85	0,23	218,24	25,39
N37	195,57	0,48	217,92	22,36
N38	143,51	2,07	211,03	67,53
N39	159,19	3,48	212,15	52,96
N40	150,41	1,14	214,28	63,87
N41	158,45	1,11	213,87	55,42
N42	160,06	0,61	213,82	53,75
N43	165,54	0,62	213,35	47,81
N44	170,99	0,83	213,42	42,43
N45	165,54	0,71	213,24	47,7
N46	165,35	0,54	213,54	48,19
N47	164,06	0,41	213,77	49,71
N48	165,61	0,32	213,7	48,09
N49	169,47	0,32	213,61	44,14
N50	184,27	0,33	212,58	28,31
N51	150,54	1,99	214,26	63,72
N52	177,7	1,18	212,8	35,1
N53	158,8	1,47	213,81	55,02
N54	174,59	0,69	213,07	38,48
N55	161,67	1,94	213,47	51,8
N56	154,98	0,71	213,15	58,17
N57	166,23	1,25	213,74	47,51
N58	160,62	0,63	213,16	52,54
N59	166,15	0,38	212,81	46,67
N60	167,21	0,81	213,95	46,74
N61	172,31	0,98	214,31	42,01
N62	176,33	1,1	214,69	38,36
N63	186,19	1,02	216,4	30,21
N65	173,8	0,4	216,35	42,55
N67	178,74	1	213,93	35,19
N68	175,17	0,69	213,44	38,27
N69	176,7	0,23	213,16	36,46
N70	163,02	0,55	213,09	50,07
N71	162,62	0,59	212,87	50,25
N72	163,49	0,39	212,79	49,3
N73	163,45	0,55	212,78	49,34
N74	163,49	0,53	212,68	49,19
N75	163,32	0,79	212,72	49,39
N76	163,13	0,69	212,62	49,49
N77	165,97	0,75	212,39	46,41

**Tableau (V.13):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N78	161,63	0,82	211,92	50,29
N79	158,21	0,55	211,65	53,43
N80	166,59	1,52	211,24	44,65
N81	164,59	2,24	210,39	45,8
N82	161,14	1,72	209,89	48,75
N83	158,91	1,74	209,34	50,43
N84	169,03	0,76	210,85	41,82
N85	159,66	0,84	211,55	51,89
N86	160,27	0,42	211,37	51,1
N87	155,4	1,25	210,4	55
N88	163,89	0,22	210,37	46,48
N89	158,01	0,99	208,35	50,33
N90	158,07	1,1	208,22	50,15
N91	161,68	1,95	207,11	45,43
N92	175,12	1,3	210,47	35,35
N93	166,76	1,48	208,67	41,91
N94	176,54	1,29	209,81	33,27
N95	165,47	0,54	209,44	43,97
N96	165,95	0,46	208,22	42,27
N97	136,59	0,99	206,75	70,15
N98	168,41	1,3	207,18	38,78
N99	166,64	0,86	208,13	41,5
N100	163,46	1,38	206,77	43,32
N101	161,69	1,33	207,69	46
N102	148,08	1,22	206,67	58,6
N103	136,91	0,64	206,08	69,17
N104	149,43	1,22	206,54	57,11
N105	140,23	0,56	206,12	65,9
N106	132,59	0,86	207,45	74,86
N107	156,1	1,12	207,39	51,29
N108	149,14	1,49	206,32	57,18
N109	150,64	0,96	203,91	53,27
N110	156,54	1,56	203,2	46,66
N111	147,32	0,31	203,13	55,81
N112	148,69	0,98	202,85	54,16
N114	187,37	0,33	216,11	28,74
N115	139,08	0,2	203,88	64,81
N25	153,47	2,51	217,79	64,32
N32	177,93	0,24	218,07	40,14
N118	170,12	0,55	217,95	47,83
N33	186,31	0,54	218,31	32,01
N119	183,95	1,39	216,08	32,13

**Tableau (V.13):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N64	183,95	0,68	216,19	32,24
N66	185,39	0,41	216,26	30,87
N120	169,98	1,67	209,79	39,81
Réservoir R1	220	-117,54	222	2

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.14:**Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	322,6	204,6	21,37	0,65	2,07
P3	467	130,8	9,06	0,67	3,74
P4	503,1	130,8	8,71	0,65	3,48
P5	276,4	51,4	0,77	0,37	3,67
P6	224,6	130,8	13,35	0,99	7,67
P7	223	257,8	79,13	1,52	7,6
P8	85,42	73,6	4,06	0,95	13,94
P9	217,6	102,2	3,42	0,42	2,04
P10	220	51,4	-0,74	0,35	3,39
P11	247,2	51,4	0,77	0,37	3,71
P12	36,21	90	3,85	0,6	4,73
P13	45,88	90	3,7	0,58	4,41
P14	234,1	51,4	0,68	0,33	2,95
P15	311,1	61,4	-0,83	0,28	1,79
P16	481,5	257,8	65,65	1,26	5,38
P17	97,55	90	-1,97	0,31	1,37
P19	136,5	90	-4,45	0,7	6,2
P20	112,6	90	-4,63	0,73	6,66
P21	198,8	51,4	-1,07	0,52	6,79
P22	108,6	40,8	-0,53	0,41	5,7
P23	39,44	73,6	-1,48	0,35	2,16
P24	34,64	90	-3,72	0,58	4,44
P25	70,69	32,6	0,2	0,24	2,7
P26	96,59	102,2	-4,48	0,55	3,37
P28	119,4	51,4	-0,96	0,46	5,49
P30	47,07	102,2	-5,85	0,71	5,54

**Tableau (V.14):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

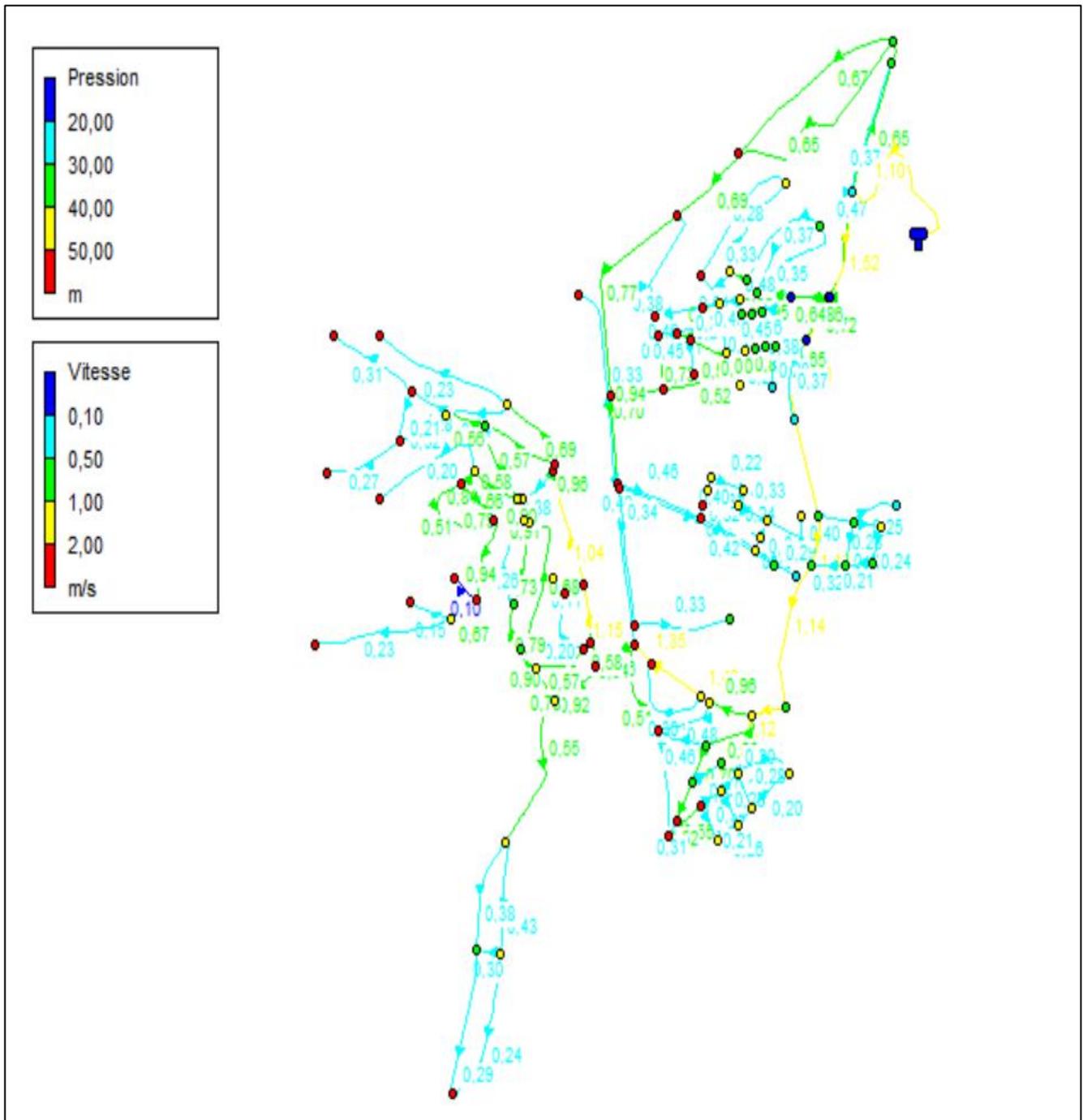
Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P31	71,34	51,4	-0,61	0,3	2,41
P32	70,01	32,6	0,19	0,23	2,65
P33	28,95	102,2	-6,04	0,74	5,87
P34	25,99	90	-5,62	0,88	9,53
P35	71,27	61,4	-0,78	0,26	1,57
P36	27,15	102,2	-4,94	0,6	4,05
P39	25,3	130,8	-11,03	0,82	5,39
P41	77,01	163,6	-13,58	0,65	2,66
P42	105,9	163,6	-15,06	0,72	3,22
P43	82,61	32,6	0,23	0,28	3,61
P44	173,3	40,8	0,48	0,37	4,77
P45	745,1	90	-2,07	0,33	1,51
P46	180	130,8	12,66	0,94	6,95
P47	221	130,8	6,19	0,46	1,85
P48	27,21	102,2	3,31	0,4	1,93
P49	157,4	51,4	0,68	0,33	2,95
P50	27,62	51,4	0,61	0,29	2,38
P51	38,62	51,4	0,67	0,32	2,84
P52	83,82	51,4	-0,66	0,32	2,73
P53	33,67	90	-2,02	0,32	1,43
P54	29,35	61,4	0,95	0,32	2,3
P55	84,26	61,4	0,64	0,22	1,09
P56	32,44	40,8	0,31	0,24	2,14
P57	118,7	32,6	0,33	0,4	7,06
P58	10,48	130,8	5,33	0,4	1,4
P59	425,2	61,4	1,18	0,4	3,43
P60	279,4	90	2,16	0,34	1,62
P61	247,7	51,4	0,69	0,33	3
P62	200	51,4	-1,06	0,51	6,56
P63	215,7	90	2,03	0,32	1,45
P64	198	204,6	-44,31	1,35	8
P65	226,9	51,4	0,63	0,3	2,55
P66	137,9	40,8	0,38	0,29	3,12
P67	24,03	204,6	-46,19	1,4	8,65
P68	112,6	257,8	-50,08	0,96	3,26
P69	87,03	257,8	-58,43	1,12	4,33
P71	91,18	130,8	5,44	0,4	1,45
P74	154	90	3,07	0,48	3,12
P75	151,1	130,8	-7,38	0,55	2,56
P76	79,32	90	4,42	0,7	6,12
P77	81,15	32,6	0,23	0,27	3,49
P78	89,08	90	-3,5	0,55	3,98
P79	71,75	102,2	4,27	0,52	3,09

**Tableau (V.14):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P80	79,39	73,6	0,92	0,22	0,89
P81	59,43	102,2	2,77	0,34	1,38
P82	82	51,4	0,42	0,2	1,22
P83	60,13	51,4	0,53	0,26	1,86
P84	55,21	90	1,8	0,28	1,15
P85	78,52	51,4	0,42	0,2	1,21
P86	46,97	51,4	0,43	0,21	1,25
P87	148,7	51,4	0,59	0,28	2,23
P88	121,7	32,6	0,16	0,2	1,95
P89	109	257,8	39,82	0,76	2,13
P90	52,11	163,6	19,69	0,94	5,3
P91	132,5	163,6	19,32	0,92	5,11
P92	334	130,8	7,37	0,55	2,55
P93	325	51,4	0,51	0,24	1,7
P95	81,1	130,8	10,43	0,78	4,85
P96	131,6	73,6	-2,41	0,57	5,32
P97	21,86	90	-3,68	0,58	4,35
P98	150,1	51,4	0,42	0,2	1,19
P99	123,8	130,8	15,46	1,15	10,07
P100	78,79	51,4	0,22	0,11	0,36
P101	245,4	130,8	13,99	1,04	8,37
P102	12,9	102,2	7,89	0,96	9,63
P103	184,8	90	4,39	0,69	6,03
P104	59,02	130,8	12,08	0,9	6,38
P105	308,9	90	4,31	0,68	5,83
P106	99,67	102,2	6,48	0,79	6,68
P107	169,1	90	4,65	0,73	6,71
P108	194,1	51,4	0,54	0,26	1,91
P109	52,19	102,2	7,48	0,91	8,72
P110	98,6	130,8	-5,11	0,38	1,3
P111	354,6	73,6	0,99	0,23	1,01
P112	196,7	73,6	2,4	0,57	5,28
P113	13,21	130,8	12,13	0,9	6,43
P114	171,7	73,6	2,47	0,58	5,53
P115	163	73,6	1,45	0,34	2,06
P116	100,5	90	3,56	0,56	4,11
P117	124,5	130,8	8,81	0,66	3,55
P118	101,8	102,2	2,29	0,28	0,97
P119	229,5	51,5	0,64	0,31	2,58
P120	129,1	73,6	1,35	0,32	1,81
P121	106	51,4	0,43	0,21	1,27
P122	202,3	51,4	0,56	0,27	2,06

**Tableau (V.14):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P123	308,5	73,6	0,86	0,2	0,78
P124	43,39	102,2	6,62	0,81	6,97
P125	248,7	73,6	2,15	0,51	4,3
P126	109,3	73,6	3,35	0,79	9,78
P127	176,7	73,6	4,02	0,94	13,67
P128	96,25	73,6	2,86	0,67	7,29
P129	112,8	51,4	0,31	0,15	0,7
P130	353,3	73,6	0,98	0,23	1,01
P132	2,629	204,6	-15,52	0,47	1,15
P133	51,13	102,2	-3,71	0,45	2,38
P134	151,4	73,6	1,77	0,42	2,98
P135	78,74	40,8	0,43	0,33	3,78
P136	119,5	40,8	0,33	0,25	2,39
P137	68,42	90	1,44	0,23	0,76
P138	232,6	102,2	3,51	0,43	2,15
P139	71,47	51,4	0,2	0,1	0,3
P141	5,368	130,8	-11,5	0,86	5,82
P142	96,77	130,8	-8,59	0,64	3,39
P144	127,5	73,6	-1,96	0,46	3,61
P145	38,06	73,6	1,32	0,31	1,75
P1	430,3	369	117,54	1,1	2,76
P29	231,2	73,6	-1,61	0,38	2,52
P18	469,1	130,8	10,39	0,77	4,83
P146	200,2	163,6	-14,51	0,69	3,01
P37	34,14	102,2	-3,96	0,48	2,69
P27	100,5	61,4	-0,93	0,31	2,19
P148	46,1	90	-2,25	0,35	1,75
P147	50,6	102,2	-3,73	0,45	2,4
P38	70,85	130,8	5,08	0,38	1,28
P40	99,16	73,6	-1,53	0,36	2,29
P149	25,3	130,8	-6,06	0,45	1,78
P70	308,7	257,6	59,53	1,14	4,5
P150	104	257,8	-58,33	1,12	4,32
P72	88,28	90	2,65	0,42	2,37
P151	87,12	102,2	-2,6	0,32	1,23
P73	76,69	73,6	1,03	0,24	1,1
P152	69,01	61,4	-0,63	0,21	1,06
P143	60,28	73,6	1,29	0,3	1,66
P94	298,7	73,6	-1,23	0,29	1,52
P153	240	73,6	-1,61	0,38	2,5



**Figure V.10:** Résultat de simulation 2046 de secteur caserne ouest en cas de pointe (vitesse et pression)

b) **Cas de pointe + incendie :**

a. État des Nœuds du Réseau:

**Tableau V.15:** Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe + incendie

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N1	195,3	1,53	220,48	25,18
N2	182,83	3,6	219,78	36,95
N3	162,35	3,26	217,93	55,58
N4	195,24	1,4	220,47	25,24
N5	185,45	0,77	219,46	34,01
N6	200,66	1,2	218,16	17,5
N7	201,06	1,98	218,18	17,12
N8	199,95	1,11	217,83	17,88
N9	185,24	0,95	216,64	31,4
N10	186,93	1,91	217,39	30,45
N11	180,6	0,92	216,47	35,87
N12	176,58	1,05	216,27	39,69
N13	171,78	1,52	215,58	43,79
N14	166,35	1,14	216,13	49,79
N15	186,49	1,88	214,21	27,72
N16	148,87	2,19	214,93	66,05
N17	162,73	1,25	215,69	52,96
N18	154,56	0,57	216,39	61,83
N19	168,2	1,23	216,91	48,71
N20	157,27	0,54	216,49	59,22
N21	165,42	0,76	217,03	51,61
N22	153,64	1,09	216,5	62,86
N23	159,84	0,56	216,62	56,78
N24	165,55	0,2	216,43	50,88
N26	174,94	0,6	217,14	42,2
N27	178,4	0,37	217,3	38,9
N28	175,92	0,19	216,95	41,03
N29	179,29	0,35	217,3	38
N30	183,5	0,34	217,52	34,03
N31	182,37	0,35	217,4	35,03
N34	187,69	0,79	217,65	29,95
N35	201,34	0,99	217,84	16,5
N36	192,85	0,23	217,35	24,5
N37	195,57	0,48	217,01	21,45
N38	143,51	2,07	205,73	62,23
N39	159,19	3,48	206,86	47,66
N40	150,41	1,14	213,68	63,27
N41	158,45	1,11	213,27	54,82
N42	160,06	0,61	213,22	53,15
N43	165,54	0,62	212,75	47,21

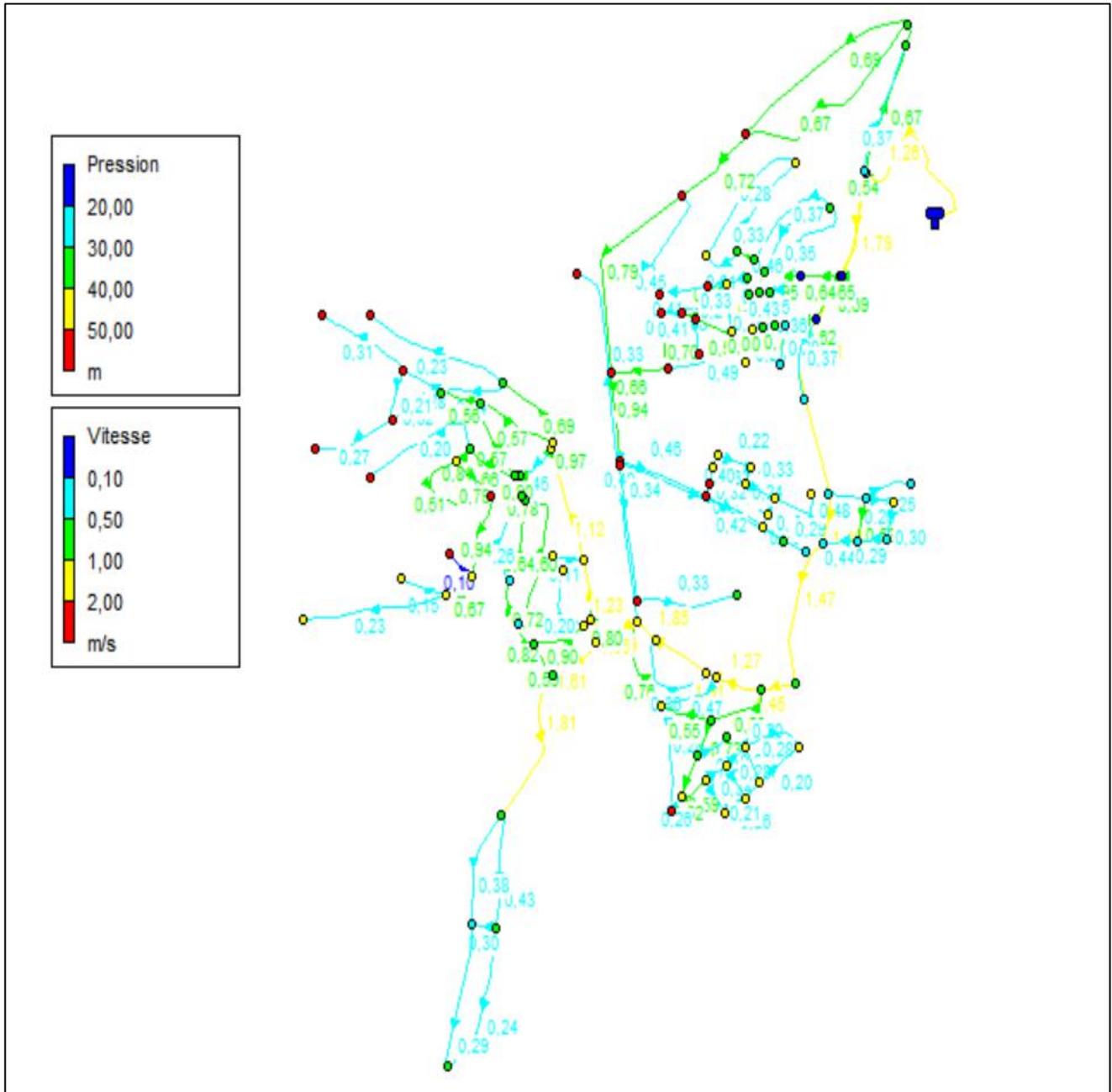
La suite de tableau (V.15) est représentée dans l'annexe

b. État des Arcs du Réseau:

**Tableau V.16:** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P2	322,6	204,6	21,89	0,67	2,17
P3	467	130,8	9,33	0,69	3,95
P4	503,1	130,8	8,96	0,67	3,67
P5	276,4	51,4	0,77	0,37	3,67
P6	224,6	130,8	15,65	1,17	10,3
P7	223	257,8	93,3	1,79	10,31
P8	85,42	73,6	4,06	0,95	13,94
P9	217,6	102,2	3,42	0,42	2,04
P10	220	51,4	-0,74	0,35	3,39
P11	247,2	51,4	0,77	0,37	3,71
P12	36,21	90	3,85	0,6	4,73
P13	45,88	90	3,7	0,58	4,41
P14	234,1	51,4	0,68	0,33	2,95
P15	311,1	61,4	-0,83	0,28	1,79
P16	481,5	257,8	82,65	1,58	8,24
P17	97,55	90	-1,97	0,31	1,37
P19	136,5	90	-4,22	0,66	5,61
P20	112,6	90	-4,45	0,7	6,2
P21	198,8	51,4	-1,01	0,49	6,1
P22	108,6	40,8	-0,49	0,38	4,96
P23	39,44	73,6	-1,67	0,39	2,69
P24	34,64	90	-3,39	0,53	3,75
P25	70,69	32,6	0,2	0,24	2,7
P26	96,59	102,2	-4,15	0,51	2,94
P28	119,4	51,4	-0,85	0,41	4,46
P30	47,07	102,2	-5,52	0,67	4,98
P31	71,34	51,4	-0,58	0,28	2,18
P32	70,01	32,6	0,19	0,23	2,65
P33	28,95	102,2	-5,74	0,7	5,35
P34	25,99	90	-5,36	0,84	8,74
P35	71,27	61,4	-0,74	0,25	1,43
P36	27,15	102,2	-4,72	0,57	3,71
P39	25,3	130,8	-10,57	0,79	4,98
P41	77,01	163,6	-13,06	0,62	2,48
P42	105,9	163,6	-14,53	0,69	3,02
P43	82,61	32,6	0,23	0,28	3,61
P44	173,3	40,8	0,48	0,37	4,77
P45	745,1	90	-2,07	0,33	1,51
P46	180	130,8	12,66	0,94	6,95

La suite de tableau (V.16) est représentée dans l'annexe



**Figure V.11:**Résultat de simulation 2046 de secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie (vitesse et pression)

#### V.6.3.5 Interprétation des résultats de simulation (secteur caserne ouest):

- Les valeurs des pressions au niveau des nœuds dans les tableaux « Etat des nœuds », sont des pressions acceptables qui ne dépassent pas la pression maximale 80 mce.
- Dans les tableaux« Etat des arcs » la majorité des vitesses sont acceptables varié entre 0.3 et 1.5m/s.
- Dans les anciennes parties du réseau, trois tronçons ont de faibles vitesses.

**Recommandations :**

On propose l'installation des vannes de vidange dans les zones du réseau où les vitesses sont faibles, c'est-à-dire dans les points bas des canalisations existantes, et on recommande de nettoyer fréquemment les canalisations en injectant de l'eau pour éviter la sédimentation.

**V.7 Conclusion:**

D'après les résultats obtenus de la simulation des deux secteurs réhabilités, on a remarqué au premier lieu qu'il y' avait des grandes pressions dans le secteur caserne est mais le problème a été réglé après le rajout d'une vanne de réduction de pression.

Dans le secteur caserne ouest la majorité des pressions sont acceptables.

On a aussi des vitesses acceptables dans la majorité des tronçons dans les deux secteurs.

A la fin de ce chapitre on a arrivé à réhabiliter les réseaux de distribution des deux secteurs qui présentent un bon fonctionnement dans le cas de pointe et pointe plus incendie.

---

# **Chapitre VI:** **Pose de canalisation**

## **VI.1 Introduction:**

La pose ou le remplacement des canalisations d'alimentation en eau potable dans le réseau public implique souvent de gros travaux.

La pose de canalisation est une étape très importante et très délicate qui demande une attention particulière pour que ces dernières résistent aux différentes charges, au mouvement du sol et des conditions climatiques (gel, haute température).

L'objectif de ce chapitre est d'exposer les principales étapes de la pose des canalisations qui doit respecter un certain nombre de directives et de consignes, et d'indiquer les diverses techniques d'assemblage des tubes en PEHD.

## **VI.2 Spécifications relatives aux tubes PEHD:**

### **VI.2.1 Couleur:**

Les tubes en PEHD doivent être de couleur bleue ou de couleur noire avec des traits bleus. Les tuyaux de couleur noire devront comporter au minimum trois (3) traits de repérage de petites dimensions.

### **VI.2.2 Aspect Visuel:**

Les surfaces internes et externes des conduites doivent être lisses, propres et dépourvus de cavités et d'autres défauts de surface susceptibles d'altérer leur performance. Les extrémités du tube doivent être coupées proprement et perpendiculairement à leur axe.

### **VI.2.3 Diamètres:**

- Diamètre extérieur (OD): Diamètre extérieur moyen du fût du tuyau dans une section quelconque.
- Diamètre intérieur (ID): Diamètre intérieur moyen du fût du tuyau dans une section quelconque.
- Diamètre nominal (DN/ID ou DN/OD) : Désignation numérique du diamètre d'un composant, lequel est un nombre égal à la dimension réelle en millimètres.

Les valeurs du DN doivent être prises dans l'une des deux séries suivantes, la première correspondant au diamètre intérieur (DN/ID), la seconde au diamètre extérieur (DN/OD). Les normes de produit doivent indiquer à quelle série elles se rapportent.

Pour les conduites en PEHD:

DN/OD : 25 32 40 50 63 75 90 110 125 160 180 200 225 250 280 315 355 400 450 500 630 710 800...etc.

### **VI.2.4 Détimbrage:**

La durabilité du tube PEHD est de 50 années si le système est bien conçu, installé et exploité conformément aux recommandations du fabricant.

La durée de vie est divisée par deux quand la température augmente de 5°C au-delà de 20°C. Ainsi :

- à 25°C ce tube durera 23 ans.
- à 30°C son espérance de vie sera inférieure à 12ans.
- à 35°C elle tombe à 6 ans.

Dans les cas où les conditions de fonctionnement présentent un risque vis-à-vis de la pérennité de la canalisation (température > 20°C, type de pose...), il convient d'appliquer alors un coefficient de détimbrage déterminé par:

$$P_{ma} = f_T \times f_A \times PN \dots \dots \dots (VI.1)$$

- P<sub>ma</sub>: pression maximum admissible à ne pas dépasser dans le réseau considéré.
- f<sub>T</sub> : coefficient imposé par la température, donné par le tableau ci-dessous avec f<sub>T</sub> ≤ 1.
- f<sub>A</sub>: coefficient de détimbrage entraîné par les conditions internes environnementales de fonctionnement, avec f<sub>A</sub> ≤ 1. (pour le transport d'eau f<sub>A</sub> = 1).

Ce qui revient à dire que pour une P<sub>ma</sub> déterminée on définira la pression nominale (PN) du tube par l'expression :

$$PN = P_{ma} / (f_T \times f_A) \dots \dots \dots (VI.2)$$

Lorsqu'un système de canalisation en PE doit fonctionner à une température constante continue supérieure à 20°C jusqu'à 40°C, il est permis d'appliquer le coefficient de détimbrage donné au tableau (VI.1):

**Tableau VI.1:** Coefficients de détimbrage

Température (°C)	Coefficient
20	1,00
30	0,87
40	0,74

Source : DTR

**VI.2.5 Température et dilatation:**

La température peut être la cause de contraintes, entraînant des déformations et des déboitements. Sous l'effet des variations de température, en plus ou en moins par rapport à la température de pose, la canalisation aura tendance à se dilater et à se rétracter. Si elle n'est pas bloquée, la variation de longueur ΔL du tronçon de conduite aura pour valeur :

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T \dots \dots \dots (VI.3)$$

- L : longueur de la canalisation
- α: coefficient de dilatation (0.2mm/m/°C)
- ΔT : variation maximale de température

**VI.2.6 Marquage :**

Chaque tube doit porter de façon indélébile les indications qui suivent, répétées au moins une fois par mètre et dans l'ordre :

- La désignation commerciale et/ou le sigle du fabricant ;
- La matière constitutive de base et sa désignation ;
- L'origine de la matière première ;
- La mention (eau potable) suivie de la pression nominale PN ;
- Les dimensions nominales : diamètre extérieur nominal x épaisseur nominale ;
- La série SDR (ex : SDR 11) ;
- La date de fabrication ;
- Le numéro du lot de fabrication.

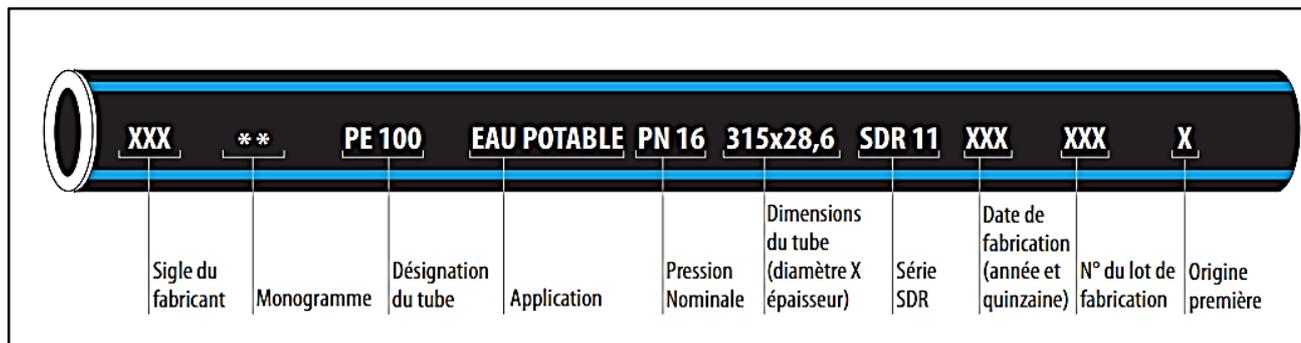


Figure VI.1:Marquage du tube

**Note:**

**Rapport dimensionnel standard (RDS):**

Pour une matière et une pression nominale données, le rapport du diamètre d'un tube par son épaisseur est constant. Cette constante est appelée « rapport dimensionnel standard » et par abréviation (RDS).

(En anglais ce terme est désigné par SDR : Standard dimension ratio).

**VI.3 Pose de tuyau PEHD:**

Il est important que les tubes et raccords soit transportés, manutentionnés et stockés dans des conditions adaptées.

De mauvaises conditions de stockage du PEHD peuvent conduire à des déformations qui rendent la pose plus délicate.

Pour un stockage prolongé à l'extérieur, les tubes et raccords doivent être protégés du soleil. Dans tous les cas, les tubes doivent être stockés bien à plat et empilés sur une hauteur maximum de 1,5m.

**VI.3.1 Pose en tranchée:**

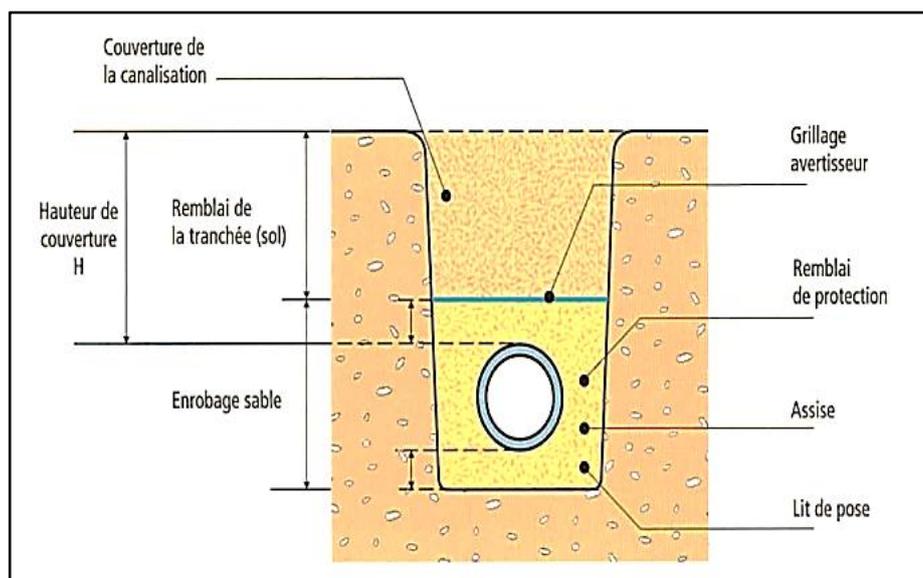


Figure VI.2:Tube PEHD posé en tranchée

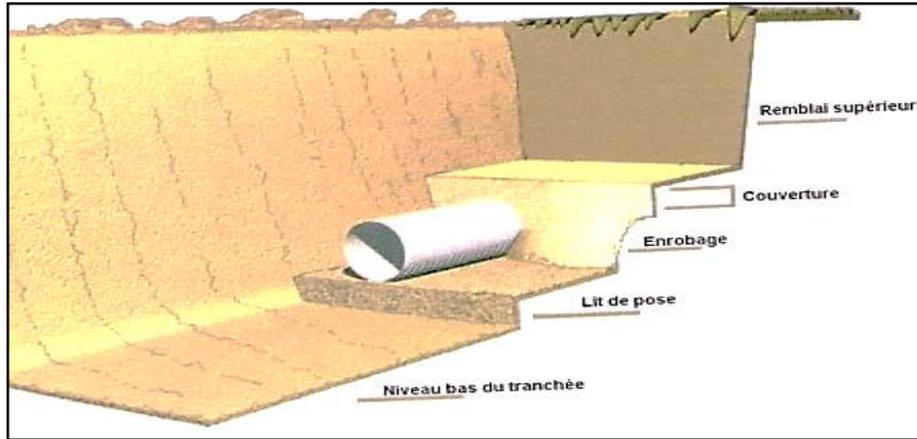


Figure VI.3: Tube PEHD posé en tranchée

### VI.3.1.1 Ouverture de la tranchée:

Toute excavation doit faire l'objet au préalable du traitement des dispositions réglementaires relatives à la réalisation de travaux de fouilles et de tranchées.

En règle générale une tranchée ne doit pas être située à proximité immédiate de constructions pour ne pas les déstabiliser.

#### Précautions :

Il faut que toutes les autorisations suivantes soient en règle :

- Prendre en compte les distances minimales.
- Une tranchée à proximité immédiate de constructions peut les déstabiliser.
- Les réseaux près des arbres et arbustes peuvent être endommagés par les racines.
- Chaque concessionnaires (gaz; électricité; tél,...) impose un distance entre réseaux à respecter.

### VI.3.1.2 Largeur et profondeur de la tranchée:

Une largeur convenable pour la mise en œuvre des tubes doit être déterminée en accord avec le maître d'ouvrage, elle doit permettre une pose correcte et le compactage du remblai.

Les sur largeurs suivantes sont données en fonction du diamètre des tubes posés:

- Pour les diamètres nominaux du 90 au 160: 100mm.
- Pour les diamètres nominaux du 200 au 630: 300mm.

La profondeur de la fouille doit être telle que la génératrice supérieure de la canalisation soit à une profondeur qui la conserve hors gel, en règle générale un minimum de 0,80m est recommandé.

### VI.3.1.3 Blindage :

Les fosses de chantier, les fouilles et les tranchées non étançonnées représentent un danger en puissance pour les personnes qui travaillent sur ces chantiers, avant de commencer à travailler, vérifier si les caractéristiques du tranché exigent la mise en place d'un blindage.

Obligation de blinder les tranchées à parois verticales d'une profondeur supérieure à 1.30m et d'une largeur inférieure au 2/3 de la profondeur.

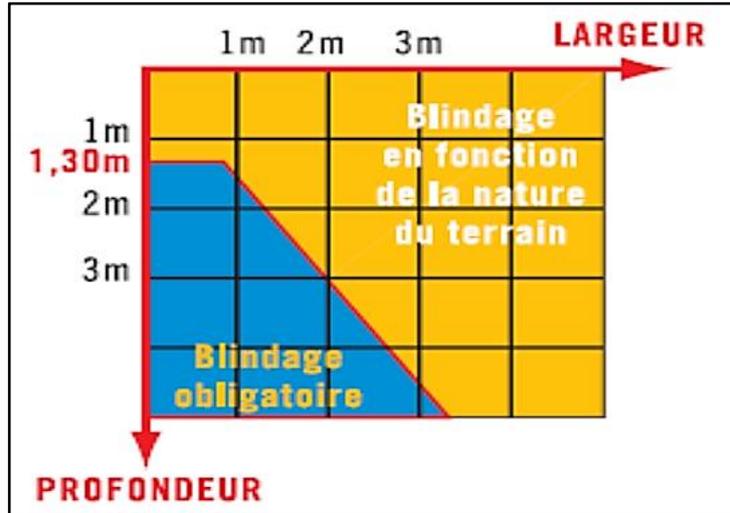


Figure VI.4: Représentation graphique de blindage

#### VI.3.1.4 Fond de fouille :

- Il est réglé et compacté suivant la pente si besoin, de façon à ce que les tubes reposent sur toutes leurs longueurs.
- En cas de venues d'eau, il est conseillé de les épuiser pour pouvoir réaliser une pose dans de bonnes conditions.
- Si des affleurements rocheux ou des maçonneries étaient rencontrées, la fouille sera approfondie de 0,1m et sablée jusqu'à son niveau d'origine.
- La réalisation du fond de fouille en matériaux rapportés n'est pas une nécessité et reste à déterminer avec le maître d'ouvrage.

#### VI.3.1.5 Remblayage de fouilles:

Il est composé de deux phases qui sont:

- L'enrobage.
- Le remblai supérieur.

##### a. Enrobage :

Il doit être exécuté suivant les prescriptions du projet en utilisant des matériaux qui proviennent en général des déblais de la fouille suivant leur nature , il convient par contre de les purger des éléments pouvant porter atteinte à la canalisation lors du compactage , comme les blocs rocheux supérieure à 50mm et les débris végétaux.

L'enrobage peut se décomposer en trois phases, le lit de pose, l'assise et le remblai de protection.

Dans le cas où le tirage et l'apport de matériaux est impossible, l'emploi d'un géotextile non tissé, anti perforant est conseillé.

##### b. Remblai supérieur:

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

Les matériaux de remblai supérieur doivent être mis en place par couches compactées jusqu'au sommet de la tranchée.

L'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite est comprise entre 80 et 120 cm. Le remblai supérieur sera mis en place avant ou après les épreuves en pression en fonction du lieu et des impératifs de sécurité.

#### VI.4 Types d'assemblage:

Des techniques spécifiques de raccordement tubes en polyéthylène (PEHD) sont nécessaires pour une meilleure performance des conduites.

Les assemblages des tuyaux en PEHD se subdivisent en deux familles :

- Les assemblages par soudage dont le principe général est la fusion.
- Les assemblages mécaniques en laiton dont le principe est la compression du joint.

##### VI.4.1 Electro-soudage:

Cette technique permet de raccorder des tubes de diamètres égaux ou de diamètres différents. Des raccords soudables se situent sur les pièces en PE pour permettre le raccord. Une fois gratter, nettoyer et positionner, les bornes de soudages sont fixées. La dissipation de la puissance électrique entraîne une fusion de surface des deux pièces à assembler. Ils se mélangent ainsi pour offrir une cohésion et une étanchéité parfaites.

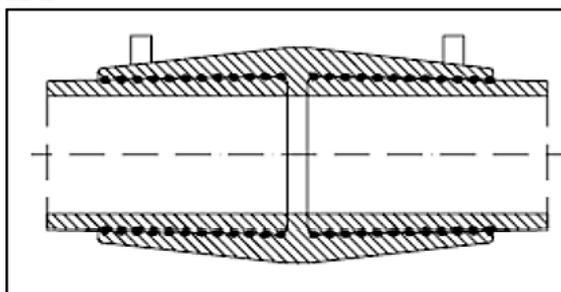


Figure VI.5: Assemblage par l'électro-soudage

##### VI.4.2 Soudage bout à bout:

La pose de tuyaux PEHD peut également se faire par raccordement de tubes sans apport de matière. La technique du soudage bout-à-bout est généralement utilisée pour assembler des tubes et des raccords en PEHD d'épaisseurs identiques. Il est applicable aux canalisations de diamètre supérieur ou égal à 90 mm. Ce procédé consiste à chauffer à l'aide d'un outil les extrémités dressées des tubes et/ou des raccords dans des conditions de pression de contact et de températures prédéfinies. Les extrémités sont ensuite rapidement mises en contact et maintenues à l'aide d'une pression jusqu'à refroidissement pour les fixer.

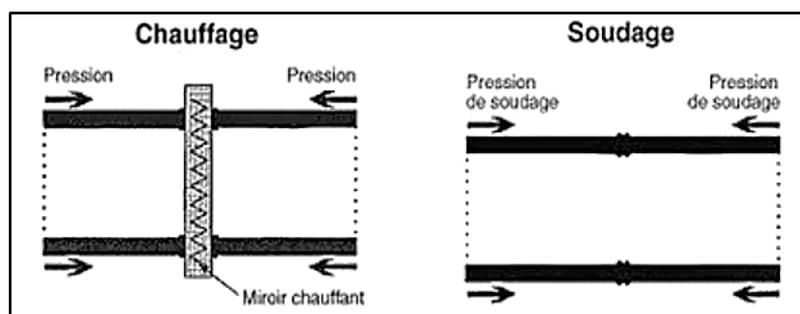


Figure VI.6: Assemblage par soudage bout à bout

### VI.4.3 Assemblages mécaniques:

Ces assemblages sont réalisés avec des raccords mécaniques à base de résine plastique, Ces raccords peuvent servir à raccorder des tubes en polyéthylène entre eux ou avec d'autres tubes et accessoires métalliques ou plastiques.

Ce type d'assemblage est préconisé pour des tubes dont le diamètre est inférieur ou égal à 63 mm. Les raccords mécaniques pour la réalisation des assemblages dans les réseaux d'eau potable doivent être homologues.

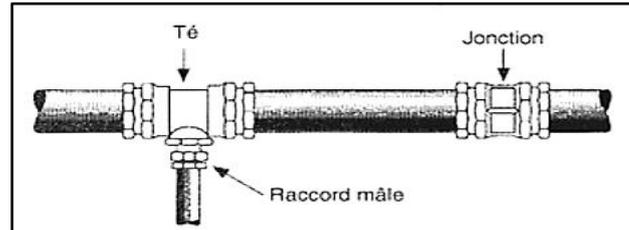


Figure VI.7: Assemblage mécanique

### VI.5 Éléments de robinetterie:

Ce sont des composants intercalés dans les tuyauteries, employés pour régler le flux d'eau qui circule dans le réseau afin d'optimiser son exploitation.

- Vannes de sectionnement.
- Ventouses.
- Bouches et poteaux d'incendie.
- Vannes de régulation hydraulique.
- Les Clapets anti retour.

#### VI.5.1 Vannes de sectionnement:

Ce sont des dispositifs hydromécaniques destinés à couper le flux d'eau dans une conduite grâce à un obturateur.

Dans ce groupe les plus utilisées sont: le robinet vanne et la vanne à papillon.

##### VI.5.1.1 Robinet à opercule:

Ce sont des dispositifs de sectionnement qui doivent être ouverts ou fermés strictement. Ils sont plus encombrants que les vannes papillon.



**Figure VI.8:**Robinet-vanne à opercule

**VI.5.1.2 Vanne à papillon:**

La vanne à papillon s'utilise dans le sectionnement de fluides sous pression, Grâce à un obturateur en forme de disque ou lentille. L'obturateur dit papillon se déplace dans le fluide par rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe d'écoulement du fluide.



**Figure VI.9:**Vanne a papillon

**VI.5.1.3 Avantages et inconvénients d'un robinet à opercule et d'une vanne papillon:**

**Tableau VI.2:**Avantages et inconvénients d'un robinet à opercule et d'une vanne à papillon

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Vanne opercule</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robustesse.</li> <li>- Domaine étendu d'applications en température et en pression.</li> <li>-Passage intégral.</li> <li>-Faible perte de charge en position ouverte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Encombrement et masse importants (ce robinet devient coûteux pour les diamètres importants).</li> <li>- Inadaptation au réglage.</li> <li>- Inadaptation aux manœuvres fréquentes (du fait des efforts importants de manœuvre).</li> </ul>
<b>Vanne à papillon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible encombrement et poids réduit</li> <li>- Simplicité (peu de pièces constitutives)</li> <li>-Prix de revient faible, surtout pour les grands calibres</li> <li>- Très bonne étanchéité, surtout avec joint élastomère</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas de passage intégral</li> <li>- Non adapté pour des fonctionnements à forte pression différentielle</li> </ul>

### VI.5.2 Ventouses:

Les ventouses sont positionnées sur les points hauts des conduites et tous les 600 m, sur des conduites très longues. Leur fonction est :

- La sortie et entrée d'air
- La vidange d'air (désaérag) au remplissage car les poches d'air non évacuées rétrécissent jusqu'à obturation la veine liquide.
- Dégazage : Purge d'air en fonctionnement
- Le remplissage d'air (aérag) en cas de dépression pour éviter la succion des joints, la collapse des tubes plastiques.

#### VI.5.2.1 Fonctionnement et choix de ventouses:

**Tableau VI.3:**Fonctionnement et choix de ventouses

Diamètre Ø intérieur de la conduite (mm)	Diamètre de passage de la ventouse (mm)
≤ 250 mm	60 -65
250 à 600	80- 100
600 à 900	150
1000 à1200	200
1400 à 1800	2 ventouses de 200 mm



**Figure VI.10:** Ventouse à triple fonctions

### VI.5.3 Bouches et poteaux d'incendie:

Les bouches et poteaux d'incendie sont des points de prélèvement d'eau sur le réseau, permettant le raccordement du matériel de lutte contre l'incendie. Ils doivent assurer un débit de 17l/s à 1bar de pression, (voir figure VI.11).



**Figure VI.11:**Poteau d'incendie avec prise centrale de DN 100 mm et deux prises latérales en DN 65mm.

#### VI.5.4 Vidange :

Des dispositifs de vidange appropriés doivent être installés, en fonction des conditions locales, compte tenu des exigences d'exploitation, par exemple pour la vidange ou le rinçage.

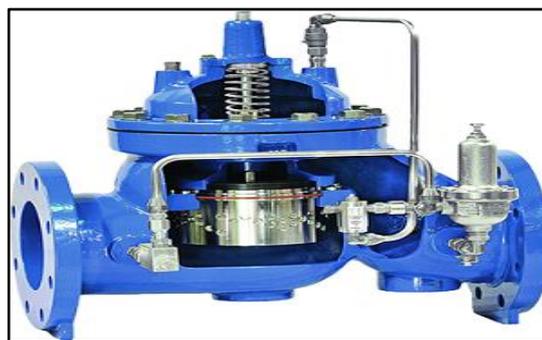
Le diamètre de vidange doit être lié au volume d'eau à vidanger, au temps disponible et à la capacité des exutoires. En règle générale on adopte les diamètres suivants:

**Tableau VI.4:**Diamètre de la vidange en fonction du diamètre de la tuyauterie

Diamètre de la tuyauterie (mm)	Diamètre de la vidange (mm)
Ø60	60
Ø 80	80
$100 \leq \text{Ø} \leq 200$	100
$200 < \text{Ø} \leq 600$	150
$600 < \text{Ø} < 800$	200

#### VI.5.5 Régulateurs de pression:

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



**Figure VI.12:**Régulateurs de pression

#### VI.5.6 Clapets anti retour :

Le clapet anti-retour est un appareil simple, C'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens.

## **VI.6 Pièces spéciales :**

Ils permettent:

- 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.6.1 Cônes :**

Ils sont utilisés pour relier les conduites de diamètres différents, les accessoires aux conduites. On distingue soit des cônes à emboîtement, soit des cônes à emboîtement et brides.

### **VI.6.2 Croix de jonction :**

Ces pièces sont utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Elles peuvent être à brides complètement ou à manchons et brides.

### **VI.6.3 Croix de jonction et d'incendie :**

Elles ont le même rôle que les précédentes, en plus elles reçoivent les bouches ou les poteaux d'incendie.

### **VI.6.4 Manchons :**

En pratique, on les rencontre à bouts lisses, à deux emboîtements, à emboîtement et bout lisse, à deux brides, à bride et bout lisse, à emboîtement et bride. On les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires.

### **VI.6.5 Coude :**

On y rencontre des coudes à deux emboîtements ou bien à emboîtement et bout lisse. Ils se présentent avec les angles suivants : 1/4 (90°) ; 1/8 (45°) ; 1/16 (22°30) ; 1/32 (11°15)

### **VI.6.6 Tés :**

Ils se présentent soit à trois emboîtements ; trois brides ou emboîtements et brides. Ils sont utilisés pour soutirer un débit ou ajouter un débit complémentaire dans une conduite.

## **VI.7 Essais de mise en service des canalisations:**

Les épreuves des canalisations consistent à mettre l'eau (à l'intérieur des tubes) en pression afin de vérifier l'étanchéité et la résistance mécanique des canalisations. Les épreuves sont réalisées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

L'essai des canalisations sous pression hydraulique constitue la dernière étape avant la réception du réseau.

### **VI.7.1 Mise en eau:**

La mise en eau de la conduite est réalisée à l'aide d'un dispositif de raccordement provisoire; elle est effectuée progressivement. Les poches d'air résiduelles se dissolvent dans l'eau de façon réversible pendant l'épreuve et provoquent une chute de la pression. Pour réduire ce phénomène, il faut

effectuer lentement le remplissage de la canalisation par les points bas du réseau en veillant à ne pas dépasser un débit de l'ordre de :

- 0,1 litre / seconde pour un diamètre inférieur à 90 mm ;
- 0,5 litre / seconde pour un diamètre compris entre 90 et 160 mm ;
- 2 litres / seconde à partir d'un diamètre supérieur à 160 mm

#### **VI.7.2 Mise en pression:**

Après mise en pression préalable de 5 minutes, effectuée à la pression d'épreuve, il est procédé à l'ouverture de la (des) purge (s) disposée (s) à l'autre extrémité du tronçon d'essai par rapport au manomètre afin de vérifier qu'il n'existe aucun obstacle à la montée en pression sur la totalité du tronçon éprouvé. La pression est rétablie par la suite à la pression d'épreuve, pendant le temps prescrit, toutes précautions étant prises pour éviter les coups de bélier dans la canalisation.

#### **VI.8 Conclusion:**

On a présenté dans ce chapitre la pose de canalisations en PEHD qui doit être faite de façon à respecter certaines recommandations ainsi que les types d'assemblage et les différents éléments de robinetterie pour éviter tous les risques et optimiser le rendement du réseau d'AEP.

Dans le prochain chapitre on va étudier l'organisation du chantier ainsi que le devis estimatif et quantitatif du cout total de la réhabilitation des secteurs caserne est et caserne ouest.

**Chapitre VII :**  
**Organisation du chantier**

## VII.1 Introduction :

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, une opération dite "organisation de chantier" doit être faite.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier l'organisation des travaux afin de déterminer et de coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour une réalisation et une exécution des travaux aussi conforme que possible, ainsi que l'étude du devis qui nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet.

## VII.2 Opérations de réhabilitation des tronçons :

Les différentes tâches successives des travaux nécessaires à la réhabilitation des tronçons de notre étude sont:

- Repérage des tronçons;
- Excavation des tranchées;
- Fourniture des conduites;
- Réalisation de lit de sable ;
- Pose des conduites;
- Tests d'étanchéité ;
- Remblaiement de tranchée;
- Réfection de revêtement ;

### VII.2.1 Travaux préliminaires:

- Délimitation de la zone à réhabiliter (sectorisation, balisage et les panneaux de signalisation temporaires...etc.): Avant de commencer un travail sur voie publique, le balisage et les panneaux de signalisation temporaire de chantier sont mis en place.
- Installation industrielles de chantier: L'amenée du matériel nécessaire à l'exécution des travaux ex : L'amenée des engins de terrassement, de transport.
- Repérage des tronçons.
- Coupure d'eau: est nécessaire avant le commencement des travaux, il faut couper la ligne d'alimentation concernée par les travaux par fermeture des vannes.
- Démolition chaussée ou trottoir (terrassement préliminaire):  
Nettoyage de la ligne concernée (enlèvement des grosses pierres sur les côtés de la tranchée...).

### VII.2.2 Travaux proprement dits:

- Terrassement : constitue des travaux de préparation de l'infrastructure des ouvrages c'est-à-dire on va creuser une fouille il se fait par deux opérations:  
Déblaiement: consiste à enlever des terres initialement en place.  
Remblaiement: cette opération n'est effectuée qu'après mise en place des tronçons : une fois les épreuves de mises en place des tronçons réussies, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée mécaniquement et/ou manuellement en réutilisant la terre des déblais (tout élément indésirable étant exclu).

- Désinstallation des équipements existants: on peut enlever les équipements défectueux avec des grues.
- Nettoyage de la fouille: après désinstallation des équipements, on nettoie la fouille pour débarrasser de tout corps étranger restant (débris,..) puis on nettoie les abouts.
- Fourniture et pose : conduites et joints
- Réfection de revêtement (chaussée/ trottoir): les revêtements sont reconstitués ou ils ont été détériorés.

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

#### VII.3.1 Volume de la couche végétale ou le goudron:

Avant de commencer les travaux de l'excavation des tranchées, on va tout d'abord passer par l'opération de décapage de la couche végétale ou le goudron.

Le volume de la couche à décaper est donné par la formule suivante :

$$V_{\text{déc}} = L \times B_{\text{tr}} \times e_{\text{déc}} \dots \dots \dots \text{(VII.1)}$$

Avec :

- $V_{\text{déc}}$ : le volume décapé (m<sup>3</sup>).
- L: la longueur de la conduite (m).
- $B_{\text{tr}}$ : la largeur de la tranchée (en m).
- $e_{\text{déc}}$ : la hauteur du décapage qui varie entre 10cm et 20cm.

#### Largeur de la tranchée:

Elle est calculée en fonction du diamètre, en ajoutant 30 cm de chaque côté de la conduite.

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

- $B_{\text{tr}}$ : largeur de la tranchée
- $D_{\text{ext}}$ : Diamètre extérieur de la conduite (m).

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VII.1) et le tableau (VII.2) :

**Tableau VII.1:** Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans le secteur caserne est

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$B_{\text{tr}}$ (m)	$e_d$ (m)	$V_{\text{déc}}$ (m <sup>3</sup> )
40	237,59	0,64	0,2	30,41
50	564,53	0,65	0,2	73,39
63	1693,08	0,66	0,2	223,49
75	191,63	0,675	0,2	25,87
90	1323,93	0,69	0,2	182,7
110	302,82	0,71	0,2	43
125	1415,57	0,725	0,2	205,26
160	1588,9	0,76	0,2	241,51
200	1646,33	0,8	0,2	263,41
250	319,8	0,85	0,2	54,37
315	712,11	0,915	0,2	130,32
400	615,9	1	0,2	123,18
Volume total				<b>1596,91</b>

**Tableau VII.2:** Volume de la couche végétale ou goudron à décaper dans le secteur caserne ouest

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B <sub>tr</sub> (m)	e <sub>d</sub> (m)	V <sub>déc</sub> (m <sup>3</sup> )
40	544,86	0,64	0,2	69,74
50	650,48	0,65	0,2	84,56
63	3320,12	0,66	0,2	438,26
75	1090,69	0,675	0,2	147,24
90	1527,24	0,69	0,2	210,76
110	2343,65	0,71	0,2	332,8
125	1031,34	0,725	0,2	149,54
160	2875,448	0,76	0,2	437,07
200	383,11	0,8	0,2	61,3
250	547,259	0,85	0,2	93,03
315	1425,83	0,915	0,2	260,93
500	430,3	1,1	0,2	94,67
Volume total				<b>2379,9</b>

**VII.3.2 Volume du déblai:**

Le volume de déblai est calculé par la formule suivante :

$$V_d = S_d \times L \dots\dots\dots (VII.3)$$

Avec :

- V<sub>d</sub>: Volume du déblai pour chaque diamètre (m<sup>3</sup>)
- S<sub>d</sub> : Section de la tranchée pour chaque diamètre (m<sup>2</sup>)
- L : Longueur de la tranchée pour chaque diamètre (m)

**Section de la tranchée:**

$$S_d = B_{tr} \times H_{tr} \dots\dots\dots (VII.4)$$

Avec:

- H<sub>tr</sub>: Profondeur de la tranchée pour chaque diamètre (m).

Tel que:

$$H_{tr} = D_{ext} + H + e_s \dots\dots\dots (VII.5)$$

Avec:

- H: Hauteur génératrice supérieure de la conduite à la surface du terrain naturel (m) (On prend H = 1)
- e<sub>s</sub> : Epaisseur du lit de sable (m) - On prend e<sub>s</sub> = 0.15.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau (VII.3) et le tableau (VII.4):

**Tableau VII.3:** Volume du déblai (secteur caserne est)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B <sub>tr</sub> (m)	H <sub>tr</sub> (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> )
40	237,59	0,64	1,19	0,76	180,57
50	564,53	0,65	1,2	0,78	440,33
63	1693,08	0,66	1,21	0,8	1354,46
75	191,63	0,675	1,225	0,83	159,05
90	1323,93	0,69	1,24	0,86	1138,58
110	302,82	0,71	1,26	0,89	269,51
125	1415,57	0,725	1,275	0,92	1302,32
160	1588,9	0,76	1,31	1	1588,9
200	1646,33	0,8	1,35	1,08	1778,04
250	319,8	0,85	1,4	1,19	380,56
315	712,11	0,915	1,465	1,34	954,23
400	615,9	1	1,55	1,55	954,65
Volume total					<b>10501,2</b>

**Tableau VII.4:** Volume du déblai (secteur caserne ouest)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B <sub>tr</sub> (m)	H <sub>tr</sub> (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> )
40	544,86	0,64	1,19	0,76	414,09
50	650,48	0,65	1,2	0,78	507,37
63	3320,12	0,66	1,21	0,8	2656,1
75	1090,69	0,675	1,225	0,83	905,27
90	1527,24	0,69	1,24	0,86	1313,43
110	2343,65	0,71	1,26	0,89	2085,85
125	1031,34	0,725	1,275	0,92	948,83
160	2875,448	0,76	1,31	1	2875,45
200	383,11	0,8	1,35	1,08	413,76
250	547,259	0,85	1,4	1,19	651,24
315	1425,83	0,915	1,465	1,34	1910,61
500	430,3	1,1	1,65	1,82	783,15
Volume total					15465,15

### VII.3.3 Volume du lit de sable:

Le fond de la fouille est corrigé par la confection du lit de pose qu'il est constitué de sable ou de terre fine en terrain ordinaire.

Le volume de sable est calculé par la formule suivante :

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

Avec:

- V<sub>s</sub>: Volume de lit de sable (m<sup>3</sup>).
- B<sub>tr</sub>: Largeur de la tranchée (m).
- L: Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).
- e<sub>s</sub>: Epaisseur de lit de sable (m) (On prend e<sub>s</sub> = 0.15m)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau(VII.5) et le tableau (VII.6) :

**Tableau VII.5:** Volume du lit de sable (secteur caserne est)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B <sub>tr</sub> (m)	e <sub>s</sub> (m)	V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> )
40	237,59	0,64	0,15	22,81
50	564,53	0,65	0,15	55,04
63	1693,08	0,66	0,15	167,61
75	191,63	0,675	0,15	19,4
90	1323,93	0,69	0,15	137,03
110	302,82	0,71	0,15	32,25
125	1415,57	0,725	0,15	153,94
160	1588,9	0,76	0,15	181,13
200	1646,33	0,8	0,15	197,56
250	319,8	0,85	0,15	40,77
315	712,11	0,915	0,15	97,74
400	615,9	1	0,15	92,39
Volume total				<b>1197,67</b>

**Tableau VII.6:** Volume du lit de sable (secteur caserne ouest)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	B <sub>tr</sub> (m)	e <sub>s</sub> (m)	V <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> )
40	544,86	0,64	0,15	52,31
50	650,48	0,65	0,15	63,42
63	3320,12	0,66	0,15	328,69
75	1090,69	0,675	0,15	110,43
90	1527,24	0,69	0,15	158,07
110	2343,65	0,71	0,15	249,6
125	1031,34	0,725	0,15	112,16
160	2875,448	0,76	0,15	327,8
200	383,11	0,8	0,15	45,97
250	547,259	0,85	0,15	69,78
315	1425,83	0,915	0,15	195,7
500	430,3	1,1	0,15	71
Volume total				<b>1784,93</b>

**VII.3.4 Volume du remblai :**

Le volume de remblai est calculé par la formule suivant :

$$V_r = V_d - V_c - V_s \dots \dots \dots (VII.7)$$

Avec :

- V<sub>r</sub> : volume de remblai
- V<sub>d</sub> : volume de déblai (m3)
- V<sub>s</sub> : volume de lit de sable (m3)
- V<sub>c</sub> : volume occupé par la conduite

Tel que :

$$V_c = (\pi D^2 / 4) \times L \dots \dots \dots (VII.8)$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau (VII.7) et le tableau (VII.8) :

**Tableau VII.7:**Volume du remblai (secteur caserne est)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$S_c(m^2)$	$V_c(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
40	237,59	0,00126	0,299	180,57	22,81	157,46
50	564,53	0,00196	1,106	440,33	55,04	384,18
60	1693,08	0,00283	4,791	1354,46	167,61	1182,06
75	191,63	0,00442	0,847	159,05	19,4	138,8
90	1323,93	0,00636	8,42	1138,58	137,03	993,13
110	302,82	0,0095	2,877	269,51	32,25	234,38
125	1415,57	0,01227	17,369	1302,32	153,94	1131,01
160	1588,9	0,0201	31,937	1588,9	181,13	1375,83
200	1646,33	0,0314	51,695	1778,04	197,56	1528,79
250	319,8	0,04906	15,689	380,56	40,77	324,1
315	712,11	0,07789	55,466	954,23	97,74	801,02
400	615,9	0,1256	77,357	954,65	92,39	784,9
Volume total						<b>9035,66</b>

**Tableau VII.8:**Volume du remblai (secteur caserne ouest)

Diamètre extérieur (mm)	Longueur (m)	$S_c(m^2)$	$V_c(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
40	544,86	0,00126	0,687	414,09	52,31	361,09
50	650,48	0,00196	1,275	507,37	63,42	442,68
60	3320,12	0,00283	9,396	2656,1	328,69	2318,01
75	1090,69	0,00442	4,821	905,27	110,43	790,02
90	1527,24	0,00636	9,713	1313,43	158,07	1145,65
110	2343,65	0,0095	22,265	2085,85	249,6	1813,99
125	1031,34	0,01227	12,655	948,83	112,16	824,02
160	2875,448	0,0201	57,797	2875,45	327,8	2489,85
200	383,11	0,0314	12,03	413,76	45,97	355,76
250	547,259	0,04906	26,849	651,24	69,78	554,61
315	1425,83	0,07789	111,058	1910,61	195,7	1603,85
500	430,3	0,19625	84,446	783,15	71	627,7
Volume total						<b>13327,23</b>

### VII.3.5 Récapitulation des résultats:

La quantité de travaux de terrassement dans les deux secteurs est représentée dans le tableau (VII.9)

**Tableau VII.9:**Récapitulation de quantité de travaux de terrassement dans les deux secteurs

Secteur	$V_{dec}(m^3)$	$V_d(m^3)$	$V_s(m^3)$	$V_r(m^3)$
Caserne est	1596,91	10501,2	1197,67	9035,66
Caserne ouest	2379,9	15465,15	1784,93	13327,23
Total	3976,81	25966,35	2982,6	22362,89

### VII.4 Choix des engins d'exécution :

Le matériel utilisé pour les opérations de terrassement pour niveler, excaver, transporter et compacter les matériaux sont des matériels classiques.

### VII.4.1 Pelle hydraulique:

La pelle hydraulique est un engin automoteur à roues, à chenilles ou à jambes ayant une structure supérieure capable de tourner, pour certains, à 360°, ayant un équipement permettant de creuser avec un godet.



Figure VII.1:Pelle hydraulique

#### VII.4.1.1. Capacité du godet pour notre pelle:

Le tableau (VII.10) représente la capacité du godet en fonction du volume du terrassement

**Tableau VII.10:** Capacité du godet en fonction du volume du terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m3)	≤10 000	≥10 000	>20 000	>100 000
Capacité du godet (m3)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

On a le volume total est supérieur à 20 000 m<sup>3</sup>, donc on opte pour une pelle avec une capacité du gobet égale à 1,25m<sup>3</sup>.

### VII.4.2 Bulldozer :

C'est l'un des engins de chantier les plus nécessaires du fait de son rôle de nivellement et de sa puissance.

Monté sur chenilles ou sur pneus, c'est un puissant tracteur doté d'une lame frontale robuste, elle permet le transport de matériaux. Par ailleurs, on utilise aussi le bulldozer pour déboiser, décapier une terre végétale ou encore pousser des décapeuses.



**Figure VII.2:**Bulldozer

**VII.4.1.2. Choix du bulldozer:**

Le choix du bulldozer est en fonction de la capacité du godet

**Tableau VII.11:**Choix de bulldozer en fonction de la capacité du godet

Capacité du godet de la pelle (m <sup>3</sup> )	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
Classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (KW)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 1,25 m<sup>3</sup>, on prend un bulldozer ayant une puissance de 120KW (Pb = 120KW).

### VII.5 Devis estimatifs et quantitatifs du projet:

Le devis estimatifs et quantitatifs du projet est représenté dans le tableau (VII.12)

**Tableau VII.12:** Devis estimatif du projet à réaliser

N° d'article	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant(DA)	
I	Terrassement					
I.1	travaux de décapage	M3	3976,81	300	1193043	
I.2	Travaux de déblai en tranchée pour la pose des conduites	M3	25966,35	300	7789905	
I.3	Confection d'un lit de sable de 15 cm d'épaisseur au fond de la tranchée	M3	2982,6	1200	3579120	
I.4	Travaux de remblai	M3	22362,89	300	6708867	
II	Canalisations					
II.1	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 40 PN 16 EP. 3.7 mm	ML	782,45	143,55	112320,698	
II.2	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 50 PN 16 EP. 4.6 mm	ML	1215,01	222,64	270509,826	
II.3	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN 16 EP. 5.8 mm	ML	5013,2	352,23	1765799,44	
II.4	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 16 EP. 6.8 mm	ML	1282,32	495,12	634902,278	
II.5	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN 16 EP. 8.2 mm	ML	2851,17	648,38	1848641,6	
II.6	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN 16 EP. 10.0mm	ML	2646,47	962,02	2545957,07	
II.7	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN16 EP. 11.4 mm	ML	2446,91	1 226,87	3002040,47	
II.8	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN16 EP. 14.6 mm	ML	4464,348	2 005,18	8951821,32	
II.9	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN16 EP. 18.2 mm	ML	2029,44	3 148,88	6390463,03	
II.10	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN16 EP. 22.7 mm	ML	867,059	4 871,85	4224181,39	
II.11	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN16 EP. 28.6 mm	ML	2137,94	7 381,96	15782187,6	
II.12	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN16 EP. 36.3 mm	ML	615,9	11 924,71	7344428,89	
II.13	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN16 EP. 45.4 mm	ML	430,3	18 591,04	7999724,51	
II.14	Réducteur de pression		1	75 000,00	75000	
					Total HT	80218913,1
					TVA (19%)	15241593,5
					Total TTC	<b>95460506,6</b>

Donc :

- Le coût total du projet qui a été estimé à environ 95460506,6 DA.

### VII.6 Calcul du délai de réalisation du projet:

Avant de commencer les travaux sur site, il faut faire une planification qui comprend une étude théorique qui précisera la meilleure façon d'utiliser la main d'œuvre et qui consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utilisation avec économie des moyens humains, matériels ainsi que matériaux pour assurer l'efficacité des travaux.

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

- Dans un cadre correct.
- Sans retard.
- Aussi économique que possible.

Il existe deux méthodes :

- Méthode basé sur le réseau (à flèches / a nœuds).
- Méthode basé sur le graphique.

On va utiliser la méthode basé sur le réseau a nœuds : l'opération est mentionnée dans un cercle appelé nœud assurée par une flèche.

Les opérations de réalisation de réseau de distribution et leurs durées sont mentionnées dans le tableau (VII.13):

**Tableau VII.13:**Temps de réalisation des opérations de réseau de distribution

Notation	Opération	Temps de réalisation (TR) (j)
A	Préparation de l'espace de travail	15
B	Décapage de la couche végétale ou goudron	20
C	Exécution des tranchées	120
D	Pose de lit de sable	80
E	Pose de conduites	60
F	Montage et raccordement	60
G	Essais d'étanchéités	20
H	Remblayage des tranchées	60
I	Nivellement et compactage	30

Les opérations qui précèdent et qui succèdent chaque opération de réalisation sont représenté dans le tableau (VII.14)

**Tableau VII.14:**Tâches qui précèdent et qui succèdent chaque opération

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

### VII.6.1 Détermination du chemin critique:

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

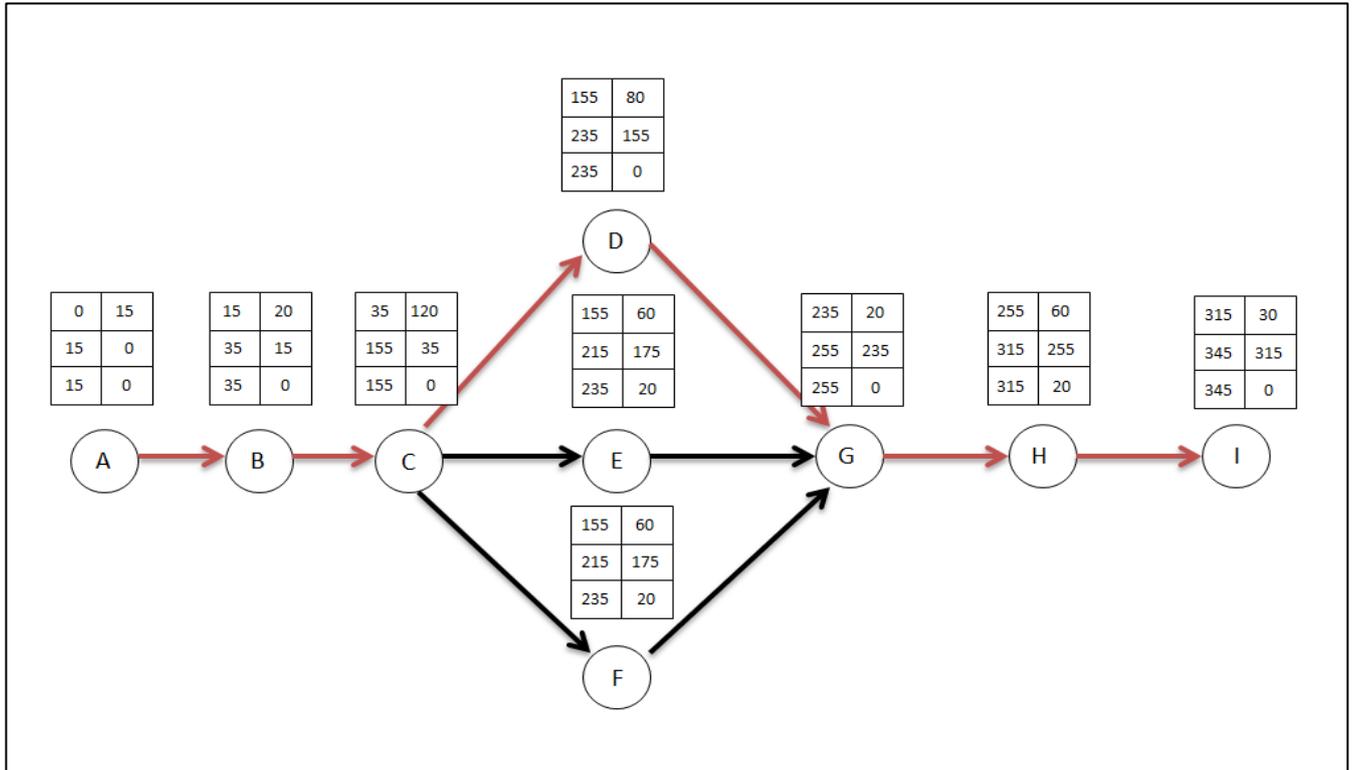
DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Tel que :

- TR : temps de réalisation
- DCP : date de commencement au plus tôt
- DCPP : date de commencement au plus tard  $DCPP = DFPP - TR$

- DFP : date de finition au plus tôt  $DFP = DCP + TR$
- DFPP : date de finition au plus tard
- MT : marge totale

Le réseau à nœuds pour l'organisation de l'exécution des travaux est représenté dans la figure(VII.3)



**Figure VII.3:**Réseau a nœuds pour l'organisation de l'exécution des travaux de réalisation du réseau

**Note:**

Chemin critique : C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations possédant la marge totale nulle.

Donc le chemin critique est: A-B-C-D-G-H-I

Et la durée totale du projet(DTP) = 345 jours (10 mois et 15 jours).

## VII.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a énuméré et organisé les différents travaux nécessaires à la réalisation du chantier, nous avons choisi et affecté les engins nécessaires. Par la suite le devis estimatif et quantitatif ainsi que le délai de réalisation du projet pour le bon déroulement des opérations ont été établis.

Le cout total du projet a été estimé à **95460506,6 DA** (quatre-vingt-quinze million, quatre cent soixante mille, cinq cent six dinars et soixante centimes) pour la réhabilitation de deux secteurs caserne est et caserne ouest.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

A l'issue de ce mémoire dont le thème a porté sur la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la zone basse de la ville de Tizi-Ouzou , on peut dire que ce travail a été très intéressant et indispensable pour assurer une alimentation optimale aux différents consommateurs.

On a exploité les informations et les données disponibles au bureau d'études Bourouba (SARL BIB) pour effectuer une étude de diagnostic du réseau d'AEP de deux secteurs qu'on a choisi qui disposent des problèmes dans le réseau de distribution , et on a présenté une description détaillée du système d'approvisionnement qui est assuré par deux chaînes : la chaîne de Boukhalfa et la chaîne de Oued-Aissi .

Par la suite on a trouvé que l'ouvrage de stockage existant est largement suffisant pour satisfaire les besoins de l'agglomération à long terme.

Et pour résoudre le problème d'alimentation en eau, on a proposé de réhabiliter le réseau de distribution et changer le matériau des conduites, et le PEHD sera retenu dans notre projet.

En dernier lieu pour la réalisation de notre projet on a développé dans la partie de la pose de canalisation et d'organisation du chantier avec quelques recommandations pour la réalisation de notre projet dans les meilleures conditions qu'elles soient.

# Bibliographie

- 
- SALAH.B « polycopie d’Alimentation en Eau Potable», ENSH 1993.
  - Mission c " Diagnostic du système d'alimentation en eau potable", Bejaïa, Tizi-Ouzou et chlef " (rapport de synthèse COBA et ADE (Ministère des ressources en eau Algérienne des eaux), Février 2009".147 pages.
  - Denis, zoungrana. (2003). *Cours d’approvisionnement en eau potable*. 143.
  - Mission B " Diagnostic du réseau de distribution existant et élaboration du dossier d'appel d'offres" "travaux", (Rapport B.4-Modelisation du réseau de distribution).
  - Ziania Younes, « Mémoire de fin d’étude de Diagnostic Et Réhabilitation Du Réseau D’alimentation En Eau Potable de la commune de OUM EL DJELLIL (W. Médéa) ENSH 2020.
  - HAMAS Abderrahmane," Mémoire de de fin d'étude de Diagnostic et conception du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Ghedir (W. Bordj Bou Arreridj) ENSH 2011.
  - DTR : Document technique réglementaire, Règles de pose de canalisation en plastique.
  - Catalogue technique des tubes en polyéthylène, STPM Chiali.

# **ANNEXE**

Débits en routes et Débits nodaux du secteur caserne est (réseau existant)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N1	P12	79,31	0,59	0,76
	P1	71,6	0,53	
	P11	53,22	0,4	
N2	P1	71,6	0,53	0,77
	P10	61,74	0,46	
	P2	73,64	0,55	
N3	P2	73,64	0,55	0,46
	P3	48,84	0,36	
N4	P3	48,84	0,36	0,97
	P4	67,04	0,5	
	P7	145,1	1,08	
N5	P4	67,04	0,5	0,53
	P5	74,34	0,55	
N6	P5	74,34	0,55	0,72
	P8	71,29	0,53	
	P6	48,01	0,36	
N7	P6	48,01	0,36	0,18
N8	P11	53,22	0,4	1
	P9	69,47	0,52	
	P7	145,1	1,08	
N9	P8	71,29	0,53	0,82
	P16	78,99	0,59	
	P9	69,47	0,52	
N10	P10	61,74	0,46	0,23
N11	P12	79,31	0,59	1,49
	P21	270,9	2,02	
	P13	49,38	0,37	
N12	P13	49,38	0,37	0,9
	P15	126,9	0,94	
	P14	64,77	0,48	
N13	P14	64,77	0,48	0,24
N14	P15	126,9	0,94	0,47
N15	P16	78,99	0,59	1,16
	P18	173,2	1,29	
	P17	58,83	0,44	
N16	P17	58,83	0,44	0,22
N17	P18	173,2	1,29	1,45
	P20	181,8	1,35	
	P19	34,92	0,26	

Débits en routes et Débits nodaux du secteur caserne est (réseau existant) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N18	P19	34,92	0,26	5,15
	P22	666	4,96	
	P23	683,1	5,08	
N19	P20	181,8	1,35	2,62
	P21	270,9	2,02	
	P24	252,6	1,88	
N20	P22	666	4,96	3,95
	P55	332,1	2,47	
	P67	64,11	0,48	
N21	P23	683,1	5,08	4,29
	P54	336,8	2,51	
	P38	95,11	0,71	
	P39	36,78	0,27	
N22	P24	252,6	1,88	1,62
	P29	55,51	0,41	
	P25	127,2	0,95	
N23	P25	127,2	0,95	0,57
	P27	25,32	0,19	
N25	P27	25,32	0,19	0,78
	P32	51,65	0,38	
	P28	132,8	0,99	
N26	P28	132,8	0,99	0,9
	P29	55,51	0,41	
	P30	53,78	0,4	
N27	P30	53,78	0,4	0,9
	P35	59,93	0,45	
	P31	128,5	0,96	
N28	P31	128,5	0,96	1,04
	P32	51,65	0,38	
	P33	99,11	0,74	
N29	P33	99,11	0,74	1,1
	P34	106,9	0,8	
	P36	90,04	0,67	
N30	P34	106,9	0,8	0,96
	P37	56,36	0,42	
	P38	95,11	0,71	
N31	P37	56,36	0,42	0,77
	P35	59,93	0,45	
	P36	90,04	0,67	

Débits en routes et Débits nodaux du secteur caserne est (réseau existant) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N32	P39	36,78	0,27	1,64
	P46	236,3	1,76	
	P40	169	1,26	
N33	P40	169	1,26	4,2
	P41	899,1	6,69	
	P42	60,26	0,45	
N34	P41	899,1	6,69	4,88
	P52	366	2,72	
	P50	45,57	0,34	
N35	P42	60,26	0,45	1,93
	P44	200	1,49	
	P43	257,9	1,92	
N36	P43	257,9	1,92	1,85
	P49	143,2	1,07	
	P45	97,09	0,72	
N37	P45	97,09	0,72	1,53
	P44	200	1,49	
	P47	113,8	0,85	
N38	P47	113,8	0,85	2,2
	P46	236,3	1,76	
	P48	241	1,79	
N39	P48	241	1,79	1,6
	P49	143,2	1,07	
	P50	45,57	0,34	
N40	P51	366	2,72	2,05
	P52	184	1,37	
N41	P52	184	1,37	2,24
	P66	251,1	1,87	
	P53	167,4	1,25	
N42	P53	167,4	1,25	0,62
N43	P54	336,8	2,51	2,72
	P56	63,15	0,47	
	P55	332,1	2,47	
N44	P56	63,15	0,47	1
	P58	63,04	0,47	
	P57	143,5	1,07	
N45	P57	143,5	1,07	1,32
	P62	86,02	0,64	
	P64	124,5	0,93	

Débits en routes et Débits nodaux du secteur caserne est (réseau existant) (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Tronçons</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Débits en route (l/s)</b>	<b>Débits nodaux (l/s)</b>
N46	P58	63,04	0,47	1,83
	P61	149,8	1,11	
	P59	115,1	0,86	
	P60	163,2	1,21	
N47	P59	115,1	0,86	0,43
N48	P60	163,2	1,21	1,21
	P63	66,47	0,49	
	P65	95,99	0,71	
N49	P63	66,47	0,49	1,12
	P62	86,02	0,64	
	P61	149,8	1,11	
N50	P64	124,5	0,93	0,46
N51	P65	95,99	0,71	0,36
N52	P66	251,1	1,87	0,93
N53	P67	64,11	0,48	0,24

Cotes piézométriques et pressions dans le réseau existant du secteur caserne est

Nœuds	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)
N1	189,13	0,76	221,2	32,07
N2	193,19	0,77	220,21	27,02
N3	194,69	0,46	219,84	25,15
N4	188,81	0,97	219,84	31,03
N5	184,62	0,53	219,84	35,22
N6	182,52	0,72	219,84	37,32
N7	185,64	0,18	219,83	34,2
N8	184,17	1	220,8	36,63
N9	180,24	0,82	219,84	39,6
N10	186,23	0,23	220,2	33,97
N11	189,83	1,49	220,89	31,06
N12	184,18	0,9	220,55	36,37
N13	184,32	0,24	220,54	36,21
N14	185,05	0,47	220,46	35,41
N15	178,03	1,16	219,57	41,53
N16	183,15	0,22	219,57	36,42
N17	173,31	1,45	219,07	45,76
N18	173,14	5,15	218,97	45,83
N19	187,92	2,62	219,93	32,01
N20	141,23	3,95	213,66	72,43
N21	164,03	4,29	218,5	54,47
N22	186,76	1,62	219,17	32,41
N23	179,01	0,57	219,15	40,14
N24	178,2	0,78	219,05	40,85
N25	185,67	0,9	219,04	33,37
N26	184,1	0,9	218,93	34,83
N27	177,15	1,04	218,93	41,77
N28	174,84	1,1	218,81	43,97
N29	172,93	0,96	218,69	45,76
N30	178,96	0,77	218,8	39,85
N31	161,85	1,64	218,46	56,61
N32	147,11	4,2	218,37	71,26
N33	109,65	4,88	209,03	99,38
N34	146,5	1,93	215,95	69,45
N35	119,61	1,85	212,52	92,92
N36	134,61	1,53	214	79,38
N37	141,23	2,2	216,66	75,43
N38	113,75	1,6	210,01	96,26
N39	101,02	2,05	208,72	107,7

Cotes piézométriques et pressions dans le réseau existant du secteur caserne est (suite)

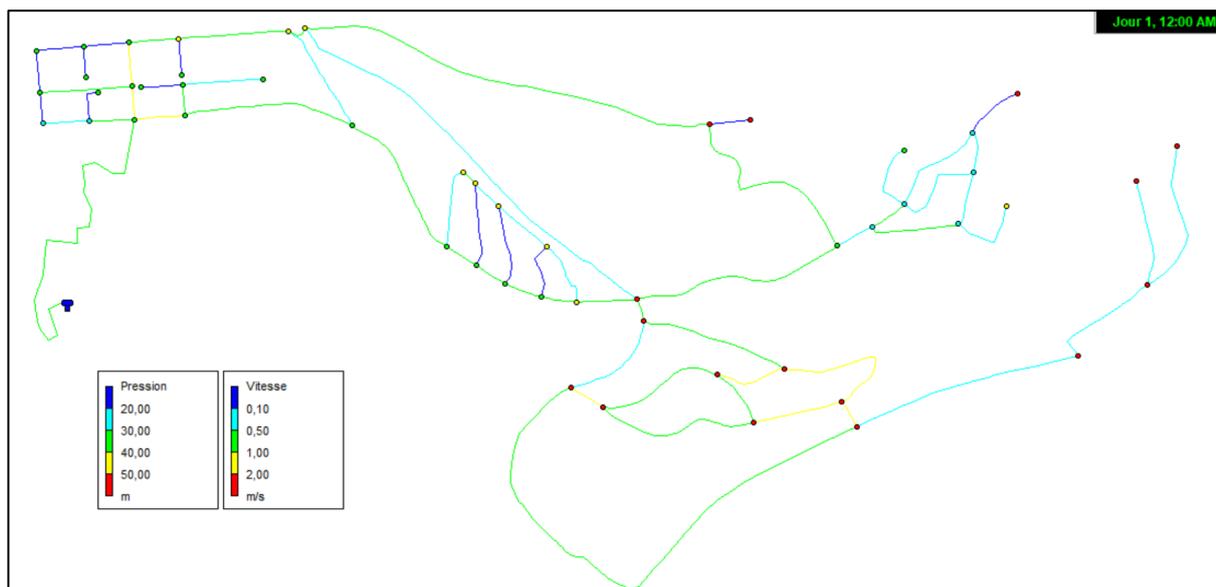
<b>Nœuds</b>	<b>Cote du terrain(m)</b>	<b>Débit nodal (l/s)</b>	<b>Cote piézométrique(m)</b>	<b>Pression (m)</b>
N40	109,61	2,24	208,21	98,59
N41	125,92	0,62	208,16	82,24
N42	185,67	2,72	217,59	31,92
N43	187,8	1	217,5	29,7
N44	192,82	1,32	216,91	24,09
N45	189,22	1,83	216,9	27,68
N46	183,93	0,43	216,41	32,49
N47	189,31	1,21	216,72	27,41
N48	192,41	1,12	216,74	24,33
N49	174,75	0,46	216,3	41,56
N50	137,56	0,36	216,71	79,15
N51	128,07	0,93	208,05	79,98
N52	138,77	0,24	213,65	74,88
Réservoir R1	220	-73,37	222	2

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne est

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (m/km)</b>
P1	71,6	60	2,36	0,84	13,81
P2	73,64	60	1,36	0,48	4,98
P3	48,84	175	0,91	0,04	0,01
P4	67,04	175	1,52	0,06	0,03
P5	74,34	163,6	1	0,05	0,02
P6	48,01	60	0,18	0,06	0,12
P7	145,1	60	-1,59	0,56	6,61
P8	71,29	163,6	0,1	0	0
P9	69,47	125	-16,3	1,33	13,85
P10	61,74	60	0,23	0,08	0,18
P11	53,22	150	-18,89	1,07	7,48
P12	79,31	250	51,36	1,05	3,96
P13	49,38	60	1,61	0,57	6,79
P14	64,77	60	0,24	0,09	0,2
P15	126,9	60	0,47	0,17	0,7
P16	78,99	163,6	15,58	0,74	3,43
P17	58,83	150	0,22	0,01	0
P18	173,2	163,6	14,21	0,68	2,89
P19	34,92	163,6	14,08	0,67	2,85
P20	181,8	60	-1,33	0,47	4,74
P21	270,9	250	48,26	0,98	3,53
P22	666	80	3,74	0,74	7,97
P23	683,1	150	5,19	0,29	0,68
P24	252,6	250	44,31	0,9	3,02
P25	127,2	200	5,02	0,16	0,16
P26	25,32	100	4,45	0,57	3,71
P27	132,8	60	0,14	0,05	0,07
P28	55,51	250	37,68	0,77	2,23
P29	53,78	250	36,92	0,75	2,15
P30	128,5	60	-0,04	0,01	0,01
P31	51,65	100	3,53	0,45	2,41
P32	99,11	100	2,45	0,31	1,23
P33	106,9	80	1,27	0,25	1,07
P34	59,93	250	36,06	0,73	2,06
P35	90,04	60	-0,08	0,03	0,03
P36	56,36	250	35,37	0,72	1,99
P37	95,11	250	35,68	0,73	2,02
P38	36,78	250	25,67	0,52	1,1

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne est (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (m/km)</b>
P39	169	250	17,46	0,36	0,54
P40	899,1	80	4,32	0,86	10,39
P41	60,26	80	8,94	1,78	40,06
P42	257,9	80	4,93	0,98	13,31
P43	200	61,4	2,08	0,7	9,78
P44	97,09	61,4	2,64	0,89	15,2
P45	236,3	100	6,57	0,84	7,63
P46	113,8	51,4	-2,09	1,01	23,36
P47	241	51,4	2,28	1,1	27,56
P48	143,2	80	5,72	1,14	17,52
P49	45,57	80	6,41	1,27	21,59
P50	366	150	5,85	0,33	0,85
P51	184	100	3,8	0,48	2,77
P52	167,4	80	0,62	0,12	0,29
P53	336,8	150	10,91	0,62	2,71
P54	332,1	33	-0,45	0,53	11,83
P55	63,15	150	7,73	0,44	1,43
P56	143,5	80	2,61	0,52	4,09
P57	63,04	80	4,12	0,82	9,53
P58	115,1	40	0,43	0,34	4,21
P59	163,2	80	1,28	0,25	1,09
P60	149,8	60	0,59	0,21	1,05
P61	86,02	60	0,83	0,29	1,99
P62	66,47	60	0,29	0,1	0,29
P63	124,5	40	0,46	0,37	4,87
P64	95,99	80	0,36	0,07	0,1
P65	251,1	80	0,93	0,19	0,61
P66	64,11	60	0,24	0,08	0,2
P67	615,9	360	73,37	0,72	1,3



Etat des nœuds (pressions) et tronçons (vitesses) du réseau actuel en cas de pointe (secteur caserne est)

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N1	P2	322,6	1,39	1,19
	P5	2,937	0,01	
	P6	224,9	0,97	
N2	P131	60,59	0,26	0,96
	P2	322,6	1,39	
	P3	61,74	0,27	
N3	P3	61,74	0,27	1,13
	P4	441,6	1,91	
	P137	22,36	0,1	
N4	P132	411,6	1,78	3,29
	P17	670,5	2,9	
	P4	441,6	1,91	
N5	P133	276,5	1,19	1,09
	P134	224,7	0,97	
	P5	2,937	0,01	
N6	P7	4,651	0,02	1,53
	P6	224,9	0,97	
	P9	479,5	2,07	
N7	P8	105,9	0,46	0,93
	P134	224,7	0,97	
	P45	96,78	0,42	
	P7	4,651	0,02	

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Tronçons</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Débits en route (l/s)</b>	<b>Débits nodaux (l/s)</b>
N8	P8	105,9	0,46	0,77
	P44	173,5	0,75	
	P43	77,02	0,33	
N9	P9	479,5	2,07	2,12
	P16	413,3	1,78	
	P10	91,19	0,39	
N10	P10	91,19	0,39	0,7
	P11	120,4	0,52	
	P15	42,29	0,18	
	P12	68,42	0,3	
N11	P11	120,4	0,52	0,26
N12	P12	68,42	0,3	0,32
	P14	47,94	0,21	
	P13	30,37	0,13	
N13	P13	30,37	0,13	0,07
N14	P14	47,94	0,21	0,1
N15	P15	42,29	0,18	0,09
N16	P16	413,3	1,78	0,91
	P68	9,372	0,04	
N17	P17	670,5	2,9	2,13
	P18	136,6	0,59	
	P57	180	0,78	
N18	P18	136,6	0,59	0,97
	P19	198,8	0,86	
	P27	112,6	0,49	
N19	P19	198,8	0,86	1,13
	P28	131,2	0,57	
	P29	47,07	0,2	
	P20	146,3	0,63	
N20	P21	119,4	0,52	0,81
	P20	146,3	0,63	
	P26	108,6	0,47	
N21	P135	53,48	0,23	0,46
	P22	39,42	0,17	
	P21	119,4	0,52	
N22	P22	39,42	0,17	0,43
	P27	112,6	0,49	
	P23	46,17	0,2	
N23	P23	46,17	0,2	0,19
	P25	4,959	0,02	
	P24	37,47	0,16	
N24	P24	37,47	0,16	0,08
N25	P25	4,959	0,02	0,53
	P28	131,2	0,57	
	P26	108,6	0,47	

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N26	P29	47,07	0,2	0,26
	P30	2,315	0,01	
	P33	70	0,3	
N27	P30	2,315	0,01	0,22
	P34	26,63	0,11	
	P31	71,55	0,31	
N28	P32	46,74	0,2	0,31
	P31	71,55	0,31	
	P36	27,16	0,12	
N29	P32	46,74	0,2	0,1
N30	P33	70	0,3	0,15
N31	P34	26,63	0,11	0,27
	P37	25,98	0,11	
	P35	71,28	0,31	
N32	P36	27,16	0,12	0,48
	P39	123,4	0,53	
	P35	71,28	0,31	
N33	P37	25,98	0,11	0,2
	P40	23,08	0,1	
	P38	42,85	0,19	
N34	P38	42,85	0,19	0,09
N35	P41	2,223	0,01	0,44
	P43	77,02	0,33	
	P39	123,4	0,53	
N36	P40	23,08	0,1	0,23
	P41	2,223	0,01	
	P42	83,36	0,36	
N37	P42	83,36	0,36	0,18
N38	P44	173,5	0,75	0,37
N39	P45	96,78	0,42	0,86
	P46	85,42	0,37	
	P48	217,6	0,94	
N40	P46	85,42	0,37	0,74
	P51	36,21	0,16	
	P47	220	0,95	
N41	P48	217,6	0,94	1,03
	P49	41,73	0,18	
	P47	220	0,95	
N42	P49	41,73	0,18	0,37
	P56	84,5	0,36	
	P50	43,79	0,19	
N43	P50	43,84	0,19	0,09
N44	P51	36,21	0,16	0,32
	P53	45,88	0,2	
	P52	66,19	0,29	
N45	P52	66,19	0,29	0,14

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Tronçons</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Débits en route (l/s)</b>	<b>Débits nodaux (l/s)</b>
N46	P53	45,88	0,2	1,49
	P55	234,1	1,01	
	P54	408,7	1,76	
N47	P56	84,5	0,36	1,57
	P55	234,1	1,01	
	P54	408,7	1,76	
N48	P58	372,5	1,61	1,22
	P59	10,48	0,05	
	P57	180	0,78	
N49	P58	372,5	1,61	0,8
N50	P61	279,4	1,21	1,54
	P60	425,3	1,84	
	P59	10,48	0,05	
N51	P60	425,3	1,84	0,92
N52	P61	279,4	1,21	0,6
N53	P62	745,2	3,22	1,61
N54	P63	3,311	0,01	1,85
	P87	109	0,47	
	P62	745,2	3,22	
N55	P63	3,311	0,01	0,86
	P64	194,7	0,84	
	P69	200,9	0,87	
N56	P64	194,7	0,84	0,96
	P65	24,06	0,1	
	P70	227	0,98	
N57	P65	24,06	0,1	0,58
	P66	112,6	0,49	
	P71	130,5	0,56	
N58	P66	112,6	0,49	0,46
	P67	77,67	0,34	
	P74	25,11	0,11	
N59	P68	9,372	0,04	0,57
	P67	77,67	0,34	
	P73	176,4	0,76	
N60	P69	200,9	0,87	1,26
	P86	165,3	0,71	
	P72	216	0,93	
N61	P70	227	0,98	0,49
N62	P71	130,5	0,56	0,28
N63	P72	216	0,93	0,47
N64	P77	36,74	0,16	0,7
	P73	176,4	0,76	
	P76	111,9	0,48	
N65	P74	25,11	0,11	0,33
	P75	126,1	0,54	

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Tronçons</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Débits en route (l/s)</b>	<b>Débits nodaux (l/s)</b>
N66	P84	80,85	0,35	0,61
	P75	126,1	0,54	
	P85	77,01	0,33	
N67	P76	111,9	0,48	0,24
N68	P79	114,7	0,5	0,48
	P77	36,74	0,16	
	P78	72,76	0,31	
N69	P78	72,76	0,31	0,16
N70	P81	71,77	0,31	0,57
	P79	114,7	0,5	
	P80	79,39	0,34	
N71	P80	79,39	0,34	0,17
N72	P81	71,77	0,31	0,35
	P82	89,15	0,38	
N73	P82	89,15	0,38	0,54
	P83	81,23	0,35	
	P84	80,85	0,35	
N74	P83	81,23	0,35	0,18
N75	P85	77,01	0,33	0,17
N76	P86	165,3	0,71	0,36
N77	P87	109	0,47	0,63
	P89	132,5	0,57	
	P88	52,11	0,23	
N78	P88	52,11	0,23	0,43
	P99	123,8	0,53	
	P95	21,86	0,09	
N79	P89	132,5	0,57	1,18
	P97	81,1	0,35	
	P90	334	1,44	
N80	P90	334	1,44	2,39
	P94	232,7	1	
	P91	538,7	2,33	
N81	P91	538,7	2,33	1,86
	P92	325	1,4	
N82	P92	325	1,4	1,28
	P94	232,7	1	
	P93	36,98	0,16	
N83	P93	36,98	0,16	0,08
N84	P96	131,6	0,57	0,66
	P95	21,86	0,09	
	P100	150	0,65	
N85	P97	81,1	0,35	0,59
	P96	131,6	0,57	
	P98	59,02	0,25	

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

Nœuds	Tronçons	Longueurs(m)	Débits en route (l/s)	Débits nodaux (l/s)
N86	P98	59,02	0,25	1,01
	P103	308,9	1,33	
	P104	99,68	0,43	
N87	P99	123,8	0,53	0,97
	P102	245,4	1,06	
	P101	78,79	0,34	
N88	P100	150	0,65	0,32
N89	P101	78,79	0,34	0,17
N90	P102	245,4	1,06	0,77
	P108	98,61	0,43	
	P110	12,9	0,06	
N91	P103	308,9	1,33	1,14
	P105	169,1	0,73	
	P107	52,18	0,23	
N92	P104	99,68	0,43	1
	P105	169,1	0,73	
	P106	194,1	0,84	
N93	P106	194,1	0,84	0,42
N94	P107	52,18	0,23	0,35
	P108	98,61	0,43	
	P109	13,21	0,06	
N95	P109	13,21	0,06	0,67
	P114	124,5	0,54	
	P113	171,7	0,74	
N96	P110	12,9	0,06	0,85
	P111	185,1	0,8	
	P112	196,7	0,85	
N97	P111	185,1	0,8	1,52
	P129	163,3	0,71	
	P130	354,6	1,53	
N98	P113	171,7	0,74	1,01
	P112	196,7	0,85	
	P123	100,5	0,43	
N99	P114	124,5	0,54	1,03
	P115	43,39	0,19	
	P116	308,5	1,33	
N100	P117	248,7	1,07	0,87
	P118	109,3	0,47	
	P115	43,39	0,19	
N101	P116	308,5	1,33	0,67
N102	P119	176,7	0,76	1,15
	P117	248,7	1,07	
	P118	109,3	0,47	

Débits en routes et débits nodaux du secteur caserne ouest (réseau existant) (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Tronçons</b>	<b>Longueurs(m)</b>	<b>Débits en route (l/s)</b>	<b>Débits nodaux (l/s)</b>
N103	P120	96,26	0,42	0,74
	P119	176,7	0,76	
	P136	71,47	0,31	
N104	P120	96,26	0,42	1,21
	P121	353,3	1,53	
	P122	112,8	0,49	
N105	P121	353,3	1,53	0,76
N106	P122	112,8	0,49	0,24
N107	P123	100,5	0,43	1,07
	P129	163,3	0,71	
	P127	101,8	0,44	
	P124	129,1	0,56	
N108	P124	129,1	0,56	0,94
	P125	202,3	0,87	
	P126	106	0,46	
N109	P125	202,3	0,87	0,44
N110	P126	106	0,46	0,94
	P127	101,8	0,44	
	P128	229,6	0,99	
N111	P126	229,6	0,99	0,5
N112	P130	354,6	1,53	0,77
N113	P131	60,59	0,26	1,02
	P132	411,6	1,78	
N114	P133	276,5	1,19	0,6
N115	P135	53,48	0,23	0,12
N116	P136	71,47	0,31	0,15
N117	P137	22,36	0,1	0,79
	P138	343,5	1,48	
N118	P138	343,5	1,48	0,74

Cotes piézométriques et pressions dans le réseau existant du secteur caserne ouest

<b>Nœuds</b>	<b>Cote du terrain(m)</b>	<b>Débit nodale (l/s)</b>	<b>Cote piézométrique(m)</b>	<b>Pression (m)</b>
N1	196,31	1,19	221,26	24,95
N2	183,83	0,96	217,15	33,32
N3	183,36	1,13	213,96	30,6
N4	163,35	3,29	208,87	45,51
N5	196,24	1,09	221,24	25,01
N6	201,96	1,53	196,28	-5,68
N7	201,66	0,93	196,28	-5,38
N8	202,34	0,77	196,72	-5,62
N9	187,49	2,12	174,82	-12,68
N10	187,19	0,7	174,25	-12,94
N11	190,46	0,26	174,05	-16,41
N12	174,8	0,32	174,2	-0,6
N13	187,11	0,07	174,2	-12,91
N14	186,39	0,1	174,19	-12,2
N15	186,48	0,09	174,24	-12,24
N16	177,33	0,91	158,76	-18,57
N17	149,87	2,13	198,57	48,69
N18	163,73	0,97	198,42	34,69
N19	169,2	1,13	197,14	27,94
N20	166,42	0,81	197,37	30,95
N21	154,64	0,46	198,31	43,67
N22	155,56	0,43	198,33	42,77
N23	157,97	0,19	197,94	39,96
N24	159,43	0,08	197,93	38,5
N25	158,27	0,53	197,9	39,63
N26	175,94	0,26	196,9	20,96
N27	176,19	0,22	196,89	20,7
N28	179,39	0,31	196,63	17,24
N29	179,22	0,1	196,63	17,41
N30	176,92	0,15	196,86	19,94
N31	180,29	0,27	196,8	16,5
N32	183,37	0,48	196,63	13,27
N33	184,5	0,2	196,77	12,28
N34	186,77	0,09	196,76	9,99
N35	188,69	0,44	196,75	8,06
N36	188,41	0,23	196,76	8,35
N37	193,85	0,18	196,69	2,83
N38	196,57	0,37	196,64	0,08
N39	200,95	0,86	196,03	-4,93
N40	186,24	0,74	195,96	9,72
N41	187,93	1,03	195,94	8,01
N42	186,23	0,37	195,93	9,7
N43	184,65	0,09	195,93	11,28
N44	181,6	0,32	195,95	14,35
N45	182,88	0,14	195,94	13,06

Cotes piézométriques et pressions dans le réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Cote du terrain(m)</b>	<b>Débit nodale (l/s)</b>	<b>Cote piézométrique(m)</b>	<b>Pression (m)</b>
N46	177,58	1,49	195,93	18,36
N47	172,78	1,57	195,93	23,14
N48	151,41	1,22	198,28	46,87
N49	171,99	0,8	198,11	26,11
N50	151,54	1,54	198,28	46,74
N51	178,7	0,92	198,19	19,49
N52	159,8	0,6	197,97	38,17
N53	144,51	1,61	146,3	1,8
N54	160,19	1,85	146,72	-13,47
N55	160,2	0,86	146,8	-13,4
N56	167,23	0,96	151,91	-15,32
N57	168,21	0,58	152,59	-15,62
N58	173,31	0,46	155,89	-17,41
N59	177,39	0,57	158,41	-18,98
N60	162,67	1,26	144,61	-18,06
N61	161,62	0,49	148,78	-12,85
N62	168,82	0,28	151,94	-16,88
N63	155,98	0,47	144,46	-11,53
N64	164,66	0,7	155,07	-9,59
N65	173,83	0,33	155,88	-17,95
N66	179,74	0,61	155,83	-23,92
N67	166,97	0,24	154,65	-12,32
N68	164,32	0,48	154,75	-9,58
N69	161,28	0,16	154,62	-6,65
N70	163,62	0,57	154,28	-9,33
N71	164,49	0,17	154,13	-10,37
N72	164,02	0,35	154,23	-9,78
N73	176,17	0,54	154,23	-21,94
N74	177,7	0,18	154,06	-23,64
N75	170,23	0,17	155,68	-14,55
N76	166,85	0,36	143,34	-23,51
N77	162,63	0,63	145,4	-17,23
N78	159,21	0,43	145,35	-13,87
N79	167,59	1,18	144,56	-23,04
N80	165,59	2,39	121,62	-43,97
N81	159,91	1,86	115,68	-44,22
N82	162,14	1,28	115,63	-46,52
N83	157,77	0,08	115,62	-42,15
N84	160,66	0,66	145,01	-15,65
N85	170,03	0,59	143,78	-26,24
N86	176,12	1,01	143,02	-33,1
N87	156,4	0,97	145,26	-11,15
N88	161,27	0,32	144,9	-16,37
N89	164,89	0,17	145,24	-19,65

Cotes piézométriques et pressions dans le réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

<b>Nœuds</b>	<b>Cote du terrain(m)</b>	<b>Débit nodale (l/s)</b>	<b>Cote piézométrique(m)</b>	<b>Pression (m)</b>
N90	159,01	0,77	136,9	-22,12
N91	167,76	1,14	138,46	-29,3
N92	177,54	1	141,66	-35,88
N93	166,47	0,42	141,42	-25,05
N94	166,95	0,35	136,98	-29,96
N95	167,64	0,67	136,93	-30,71
N96	159,07	0,85	136,82	-22,25
N97	162,65	1,52	136,15	-26,5
N98	169,41	1,01	136,23	-33,17
N99	162,69	1,03	136,65	-26,03
N100	157,1	0,87	136,46	-20,63
N101	133,59	0,67	136,5	2,91
N102	150,14	1,15	135,8	-14,34
N103	151,64	0,74	134,29	-17,35
N104	157,54	1,21	133,85	-23,7
N105	149,69	0,76	133,63	-16,07
N106	148,32	0,24	133,8	-14,52
N107	164,46	1,07	135,96	-28,49
N108	150,43	0,94	135,82	-14,61
N109	141,23	0,44	135,56	-5,67
N110	149,08	0,94	135,9	-13,17
N111	137,91	0,5	135,53	-2,38
N112	137,59	0,77	135,93	-1,67
N113	183,32	1,02	215,99	32,66
N114	186,45	0,6	221,17	34,72
N115	154,07	0,12	198,31	44,24
N116	140,08	0,15	134,27	-5,8
N117	182,12	0,79	213,82	31,7
N118	166	0,74	213,27	47,27
N119	220	-85,5	222	2

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne ouest

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (m/km)</b>
P2	322,6	150	25,18	1,42	12,74
P3	61,74	60	4,81	1,7	51,57
P4	441,6	60	2,14	0,76	11,54
P5	2,937	125	8,97	0,73	4,58
P6	224,9	125	50,17	4,09	111,07
P7	4,651	125	-0,97	0,08	0,08
P8	105,9	60	-1,24	0,44	4,2
P9	479,5	150	49,61	2,81	44,76
P10	91,19	60	1,53	0,54	6,2
P11	120,4	40	0,26	0,21	1,67
P12	68,42	60	0,49	0,17	0,74
P13	30,37	60	0,07	0,02	0,02
P14	47,94	40	0,1	0,08	0,3
P15	42,29	40	0,09	0,07	0,24
P16	413,3	150	45,96	2,6	38,84
P17	670,5	125	17,24	1,4	15,36
P18	136,6	175	10,02	0,42	1,09
P19	198,8	40	0,54	0,43	6,41
P20	146,3	40	-0,26	0,2	1,58
P21	119,4	40	-0,6	0,48	7,87
P22	39,42	100	-1,17	0,15	0,31
P23	46,17	100	6,92	0,88	8,39
P24	37,47	40	0,08	0,06	0,19
P25	4,959	100	6,64	0,85	7,79
P26	108,6	40	0,46	0,37	4,85
P27	112,6	175	8,52	0,35	0,81
P28	131,2	100	5,65	0,72	5,78
P29	47,07	100	5,32	0,68	5,15
P30	2,315	100	4,91	0,62	4,44
P31	71,55	40	0,39	0,31	3,58
P32	46,74	60	0,1	0,04	0,04
P33	70	40	0,15	0,12	0,61
P34	26,63	100	4,3	0,55	3,48
P35	71,28	40	0,31	0,24	2,28
P36	27,16	40	0,02	0,02	0,02
P37	25,98	125	3,72	0,3	0,9
P38	42,85	40	0,09	0,07	0,25
P39	123,4	40	-0,19	0,15	0,97
P40	23,08	125	3,43	0,28	0,77
P41	2,223	125	3,02	0,25	0,61
P42	83,36	40	0,18	0,14	0,85
P43	77,02	125	2,39	0,19	0,39
P44	173,5	60	0,37	0,13	0,46
P45	96,78	125	6,62	0,54	2,61

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

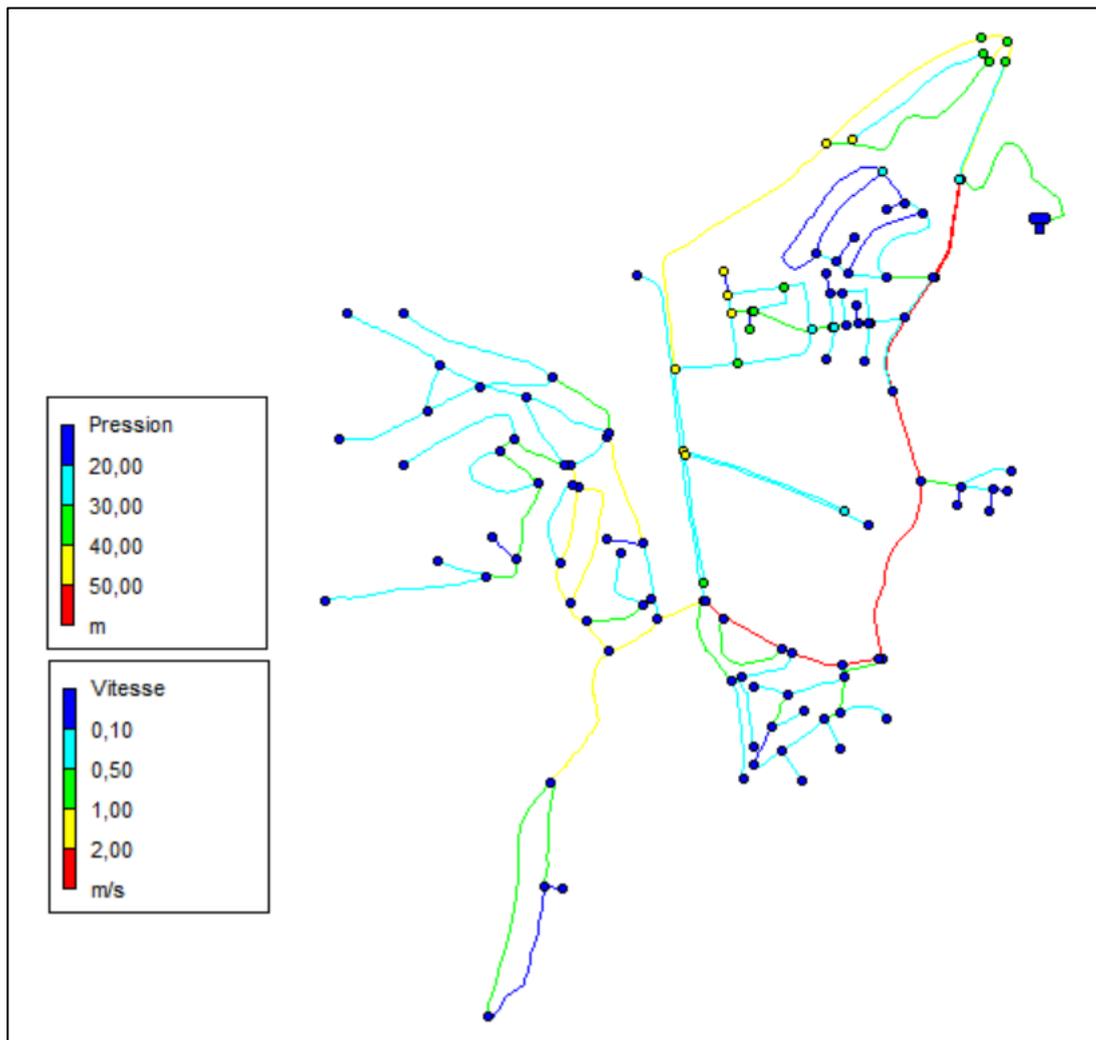
<b>Tronçon</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (m/km)</b>
P46	85,42	125	3,38	0,28	0,75
P47	220	60	0,16	0,06	0,1
P48	217,6	125	2,38	0,19	0,39
P49	41,73	125	1,51	0,12	0,17
P50	43,84	60	0,09	0,03	0,04
P51	36,21	125	2,48	0,2	0,42
P52	66,19	60	0,14	0,05	0,08
P53	45,88	125	2,01	0,16	0,29
P54	408,7	125	0,44	0,04	0,02
P55	234,1	60	0,09	0,03	0,03
P56	84,5	125	-1,04	0,09	0,09
P57	180	125	5,08	0,41	1,6
P58	372,5	80	0,8	0,16	0,46
P59	10,48	150	3,07	0,17	0,26
P60	425,3	100	0,92	0,12	0,2
P61	279,4	60	0,6	0,21	1,1
P62	745,2	100	-1,61	0,2	0,56
P63	3,311	150	-34,26	1,94	22,54
P64	194,7	150	-37,2	2,1	26,26
P65	24,06	150	-38,65	2,19	28,19
P66	112,6	150	-39,51	2,24	29,36
P67	77,67	150	-41,67	2,36	32,41
P68	9,372	150	-45,04	2,55	37,43
P69	200,9	60	2,08	0,74	10,92
P70	227	33	0,49	0,57	13,81
P71	130,5	33	0,28	0,33	4,95
P72	216	60	0,47	0,16	0,68
P73	176,4	60	2,8	0,99	18,93
P74	25,11	100	1,7	0,22	0,62
P75	126,1	100	1,37	0,17	0,42
P76	111,9	33	0,24	0,28	3,73
P77	36,74	60	1,86	0,66	8,85
P78	72,76	33	0,16	0,18	1,68
P79	114,7	60	1,22	0,43	4,04
P80	79,39	33	0,17	0,2	1,97
P81	71,77	60	0,47	0,17	0,7
P82	89,15	60	0,12	0,04	0,06
P83	81,23	33	0,18	0,21	2,06
P84	80,85	33	-0,59	0,7	19,76
P85	77,01	33	0,17	0,19	1,86
P86	165,3	33	0,36	0,42	7,67
P87	109	163,6	30,8	1,46	12,13
P88	52,11	163,6	8,38	0,4	1,09
P89	132,5	163,6	21,79	1,04	6,39

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur(m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (m/km)</b>
P90	334	60	5,61	1,99	68,67
P91	538,7	60	2,09	0,74	11,02
P92	325	60	0,23	0,08	0,18
P93	36,98	40	0,08	0,06	0,19
P94	232,7	40	-1,14	0,91	25,75
P95	21,86	73,6	4,25	1	15,17
P96	131,6	73,6	3,27	0,77	9,34
P97	81,1	130,8	14,99	1,12	9,51
P98	59,02	130,8	17,68	1,32	12,9
P99	123,8	130,8	3,7	0,28	0,71
P100	150	51,4	0,32	0,16	0,74
P101	78,79	51,4	0,17	0,08	0,22
P102	245,4	51,4	2,56	1,23	34,07
P103	308,9	90	7,12	1,12	14,78
P104	99,68	102,2	9,55	1,16	13,72
P105	169,1	90	8,13	1,28	18,92
P106	194,1	51,4	0,42	0,2	1,19
P107	52,18	102,2	14,1	1,72	28,24
P108	98,61	130,8	4,17	0,31	0,89
P109	13,21	130,8	9,58	0,71	4,15
P110	12,9	102,2	5,95	0,73	5,72
P111	185,1	90	3,33	0,52	3,63
P112	196,7	73,6	1,77	0,42	2,99
P113	171,7	73,6	2,08	0,49	4,04
P114	124,5	130,8	6,83	0,51	2,22
P115	43,39	102,2	5,14	0,63	4,35
P116	308,5	73,6	0,67	0,16	0,49
P117	248,7	73,6	1,67	0,39	2,69
P118	109,3	73,6	2,6	0,61	6,11
P119	176,7	73,6	3,12	0,73	8,54
P120	96,26	73,6	2,22	0,52	4,55
P121	353,3	73,6	0,76	0,18	0,63
P122	112,8	51,4	0,24	0,12	0,44
P123	100,5	90	2,84	0,45	2,69
P124	129,1	73,6	1,05	0,25	1,13
P125	202,3	51,4	0,44	0,21	1,29
P126	106	51,4	-0,34	0,16	0,79
P127	101,8	102,2	1,78	0,22	0,61
P128	229,6	51,4	0,5	0,24	1,63
P129	163,3	73,6	-1,05	0,25	1,14
P130	354,6	73,6	0,77	0,18	0,63
P131	60,59	125	19,4	1,58	19,12
P132	411,6	125	18,39	1,5	17,3
P133	276,5	80	0,6	0,12	0,27
P134	224,7	60	7,28	2,57	111,11

Vitesses et pertes de charge dans le réseau existant du secteur caserne ouest (suite)

Tronçon	Longueur(m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (m/km)
P135	53,48	100	0,12	0,01	0
P136	71,47	51,4	0,15	0,07	0,19
P137	22,36	60	1,53	0,54	6,19
P138	343,5	60	0,74	0,26	1,62
P1	430,4	360	85,5	0,84	1,72



Etat des nœuds (pressions) et tronçons (vitesses) du réseau actuel en cas de pointe (secteur caserne ouest)

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

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N44	112,75	1,46	205,28	92,53
N45	139	0,58	210,94	71,94
N46	100,02	1,86	201,02	101
N47	186,8	0,91	211,16	24,36
N48	188,22	1,6	210,95	22,73
N49	182,93	0,39	210,57	27,65
N50	191,82	0,89	210,28	18,46
N51	193,72	0,72	210,62	16,9
N52	192,36	0,21	210,44	18,08
N53	191,41	0,58	210,57	19,16
N54	183,82	0,93	209,77	25,95
N55	188,18	0,51	208,98	20,8
N56	108,61	2,28	199,36	90,74
N57	127,52	18,52	192,05	64,53
N58	126,92	1,13	198,4	71,47
N59	173,75	1,56	209,53	35,78
N60	155,61	0,48	208,85	53,23
N61	149,13	0,77	208,69	59,56
N62	137,61	1,92	198,24	60,63
N63	144,26	1,21	192,69	48,43
N64	160,81	0,82	210,52	49,7
N65	154,35	0,28	210,47	56,13
N66	154,79	0,17	210,37	55,58
N67	163,97	0,99	210,32	46,35
N68	167,76	0,21	210,13	42,37
N69	133,17	0,9	192,45	59,28
N70	133,39	0,31	192,53	59,13
N72	188,28	1,26	210,75	22,46
N73	157,61	0,55	210	52,39
N9	186,02	0,89	219,63	33,6
Réservoir R1	220	-99,1	222	2

**Tableau (V.7):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe +incendie) (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P48	200	61,4	1,66	0,56	6,4
P49	257,9	163,6	27,9	1,33	10,1
P50	113,8	51,4	-2,23	1,07	26,36
P51	143,1	163,6	28,71	1,37	10,65
P52	97,08	61,4	2,49	0,84	13,64
P53	19,11	90	5,63	0,88	9,56
P54	170,3	51,4	0,58	0,28	2,16
P55	242,3	51,4	2,13	1,02	24,13
P56	45,59	163,6	29,37	1,4	11,11
P57	366	163,6	28,13	1,34	10,26
P58	63,16	163,6	13,84	0,66	2,76
P59	63,02	130,8	8,51	0,63	3,33
P60	115,2	40,8	0,39	0,3	3,23
P61	143,6	90	4,41	0,69	6,1
P62	131,5	73,6	1,59	0,37	2,46
P63	61,31	32,6	0,21	0,25	2,99
P64	86,02	51,4	-0,73	0,35	3,37
P65	18,26	51,4	0,67	0,32	2,84
P66	33,75	73,6	4,25	1	15,18
P67	150,1	40,8	0,51	0,39	5,27
P68	184	163,6	26,27	1,25	9,03
P69	320,2	102,2	12,57	1,53	22,83
P70	167,4	130,8	11,42	0,85	5,74
P71	79,2	51,4	4,06	1,96	80,15
P72	90,73	90	2,81	0,44	2,65
P73	142,4	40,8	0,48	0,37	4,78
P74	227,3	51,4	0,77	0,37	3,69
P75	87,09	130,8	6,22	0,46	1,87
P76	295,1	51,4	1,86	0,89	18,79
P77	31,19	51,4	0,45	0,22	1,34
P78	50,3	32,6	0,17	0,2	2,07
P79	67,63	73,6	1,75	0,41	2,92
P80	61,87	32,6	0,21	0,25	3,04
P81	184,6	51,4	2,45	1,18	31,32
P82	49,58	61,4	-1,89	0,64	8,15
P83	29,83	40,8	-0,34	0,26	2,44
P84	61,83	51,4	-0,65	0,31	2,66
P85	59,71	163,6	31,31	1,49	12,51
P86	170,2	163,6	38,35	1,82	18,2
P87	66,98	51,4	-0,65	0,31	2,66
P88	142,7	102,2	3,01	0,37	1,62
P89	163,2	130,8	-4,92	0,37	1,21
P90	162,1	51,4	0,55	0,26	1,97

**Tableau (V.7):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est (cas de pointe +incendie) (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P1	615,9	327,4	99,1	1,18	3,6
P9	68,31	61,4	-1,65	0,56	6,38
P5	73,74	61,4	-1,2	0,41	3,53
P92	71,41	73,6	1,78	0,42	3,04
P17	79,19	130,8	-8,25	0,61	3,14
P14	73,04	130,8	9,56	0,71	4,14
P6	50	130,8	5,53	0,41	1,5

**Tableau (V.11):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe + incendie) (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N46	100,02	1,86	161,02	61
N47	186,8	0,91	211,16	24,36
N48	188,22	1,6	210,95	22,73
N49	182,93	0,39	210,57	27,65
N50	191,82	0,89	210,28	18,46
N51	193,72	0,72	210,62	16,9
N52	192,36	0,21	210,44	18,08
N53	191,41	0,58	210,57	19,16
N54	183,82	0,93	209,77	25,95
N55	188,18	0,51	208,98	20,8
N56	108,61	2,28	159,36	50,74
N57	127,52	18,52	152,05	24,53
N58	126,92	1,13	158,4	31,47
N59	173,75	1,56	209,53	35,78
N60	155,61	0,48	208,85	53,23
N61	149,13	0,77	208,69	59,56
N62	137,61	1,92	158,24	20,63
N63	144,26	1,21	152,69	8,43
N64	160,81	0,82	210,52	49,7
N65	154,35	0,28	210,47	56,13
N66	154,79	0,17	210,37	55,58
N67	163,97	0,99	210,32	46,35
N68	167,76	0,21	210,13	42,37
N69	133,17	0,9	152,45	19,28
N70	133,39	0,31	152,53	19,13
N72	188,28	1,26	210,75	22,46
N73	157,61	0,55	210	52,39
N9	186,02	0,89	219,63	33,6
Réservoir R1	220	-99,1	222	2

**Tableau (V.12):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression (cas de pointe +incendie) (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P46	217,2	102,2	7,58	0,92	8,95
P47	899,1	80	3,2	0,64	5,99
P48	200	61,4	1,66	0,56	6,4
P49	257,9	163,6	27,9	1,33	10,1
P50	113,8	51,4	-2,23	1,07	26,36
P51	143,1	163,6	28,71	1,37	10,65
P52	97,08	61,4	2,49	0,84	13,64
P53	19,11	90	5,63	0,88	9,56
P54	170,3	51,4	0,58	0,28	2,16
P55	242,3	51,4	2,13	1,02	24,13
P56	45,59	163,6	29,37	1,4	11,11
P57	366	163,6	28,13	1,34	10,26
P58	63,16	163,6	13,84	0,66	2,76
P59	63,02	130,8	8,51	0,63	3,33
P60	115,2	40,8	0,39	0,3	3,23
P61	143,6	90	4,41	0,69	6,1
P62	131,5	73,6	1,59	0,37	2,46
P63	61,31	32,6	0,21	0,25	2,99
P64	86,02	51,4	-0,74	0,35	3,37
P65	18,26	51,4	0,67	0,32	2,84
P66	33,75	73,6	4,25	1	15,18
P67	150,1	40,8	0,51	0,39	5,27
P68	184	163,6	26,27	1,25	9,03
P69	320,2	102,2	12,57	1,53	22,83
P70	167,4	130,8	11,42	0,85	5,74
P71	79,2	51,4	4,06	1,96	80,15
P72	90,73	90	2,81	0,44	2,65
P73	142,4	40,8	0,48	0,37	4,78
P74	227,3	51,4	0,77	0,37	3,69
P75	87,09	130,8	6,22	0,46	1,87
P76	295,1	51,4	1,86	0,89	18,79
P77	31,19	51,4	0,45	0,22	1,34
P78	50,3	32,6	0,17	0,2	2,07
P79	67,63	73,6	1,75	0,41	2,92
P80	61,87	32,6	0,21	0,25	3,04
P81	184,6	51,4	2,45	1,18	31,32
P82	49,58	61,4	-1,89	0,64	8,15
P83	29,83	40,8	-0,34	0,26	2,44
P84	61,83	51,4	-0,65	0,31	2,66
P86	59,71	163,6	31,31	1,49	12,51
P87	170,2	163,6	38,35	1,82	18,2
P88	66,98	51,4	-0,65	0,31	2,66
P89	142,7	102,2	3,01	0,37	1,62

**Tableau (V.12):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne est avec un réducteur de pression cas de pointe +incendie (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P90	163,2	130,8	-4,92	0,37	1,21
P91	162,1	51,4	0,55	0,26	1,97
P1	615,9	327,4	99,1	1,18	3,6
P9	68,31	61,4	-1,65	0,56	6,38
P5	73,74	61,4	-1,2	0,41	3,52
P92	71,41	73,6	1,78	0,42	3,04
P17	79,19	130,8	-8,25	0,61	3,14
P14	73,04	130,8	9,56	0,71	4,13
P6	50	130,8	5,53	0,41	1,5
P40	36,79	204,6	47,37	1,44	9,06
Vanne 2	Sans Valeur	204,6	47,37	1,44	40

**Tableau (V.15):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe + incendie (suite)

Nœud	Cote du terrain (m)	Débit nodal (l/s)	Cote piézométrique (m)	Pression (mce)
N44	170,99	0,83	212,82	41,83
N45	165,54	0,71	212,64	47,1
N46	165,35	0,54	212,94	47,59
N47	164,06	0,41	213,17	49,1
N48	165,61	0,32	213,1	47,49
N49	169,47	0,32	213,01	43,54
N50	184,27	0,33	211,98	27,71
N51	150,54	1,99	213,66	63,12
N52	177,7	1,18	212,2	34,5
N53	158,8	1,47	213,21	54,42
N54	174,59	0,69	212,47	37,88
N55	161,67	1,94	209,61	47,94
N56	154,98	0,71	209,36	54,38
N57	166,23	1,25	209,7	43,47
N58	160,62	0,63	209,12	48,5
N59	166,15	0,38	212,21	46,07
N60	167,21	0,81	210,07	42,86
N61	172,31	0,98	210,69	38,38
N62	176,33	1,1	211,29	34,97
N63	186,19	1,02	214,03	27,84
N65	173,8	0,4	213,96	40,16
N67	178,74	1	210,24	31,5
N68	175,17	0,69	209,71	34,54
N69	176,7	0,23	209,43	32,73
N70	163,02	0,55	209,31	46,3
N71	162,62	0,59	209,09	46,47
N72	163,49	0,39	209,02	45,53
N73	163,45	0,55	209,01	45,56
N74	163,49	0,53	208,91	45,42
N75	163,32	0,79	208,94	45,62
N76	163,13	0,69	208,85	45,72
N77	165,97	0,75	208,61	42,64
N78	161,63	0,82	206,41	44,77
N79	158,21	0,55	206,06	47,85
N80	166,59	1,52	204,49	37,9
N81	164,59	19,24	196,68	32,09
N82	161,14	1,72	196,18	35,04
N83	158,91	1,74	195,63	36,72
N84	169,03	0,76	204,25	35,22
N85	159,66	0,84	205,89	46,23
N86	160,27	0,42	205,71	45,44
N87	155,4	1,25	204,66	49,26
N88	163,89	0,22	204,63	40,74

**Tableau (V.15):**Cotes piézométriques et pressions dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe + incendie (suite)

<b>Nœud</b>	<b>Cote du terrain (m)</b>	<b>Débit nodal (l/s)</b>	<b>Cote piézométrique (m)</b>	<b>Pression (mce)</b>
N89	158,01	0,99	202,31	44,3
N90	158,07	1,1	202,19	44,11
N91	161,68	1,95	201,06	39,39
N92	175,12	1,3	203,93	28,81
N93	166,76	1,48	202,48	35,72
N94	176,54	1,29	203,37	26,83
N95	165,47	0,54	203	37,53
N96	165,95	0,46	202,13	36,19
N97	136,59	0,99	200,7	64,11
N98	168,41	1,3	201,13	32,72
N99	166,64	0,86	202,05	35,41
N100	163,46	1,38	200,72	37,26
N101	161,69	1,33	201,61	39,92
N102	148,08	1,22	200,62	52,54
N103	136,91	0,64	200,03	63,12
N104	149,43	1,22	200,49	51,06
N105	140,23	0,56	200,07	59,84
N106	132,59	0,86	201,37	68,77
N107	156,1	1,12	201,31	45,21
N108	149,14	1,49	200,24	51,1
N109	150,64	0,96	197,82	47,18
N110	156,54	1,56	197,12	40,58
N111	147,32	0,31	197,04	49,72
N112	148,69	0,98	196,76	48,07
N114	187,37	0,33	213,74	26,38
N115	139,08	0,2	197,8	58,72
N25	153,47	2,51	217,29	63,82
N32	177,93	0,24	217,21	39,29
N118	170,12	0,55	217,1	46,98
N33	186,31	0,54	217,44	31,13
N119	183,95	1,39	213,51	29,56
N64	183,95	0,68	213,7	29,75
N66	185,39	0,41	213,84	28,45
N120	169,98	1,67	196,08	26,1
Réservoir R1	220	-134,54	222	2

**Tableau (V.16):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P47	221	130,8	6,19	0,46	1,85
P48	27,21	102,2	3,31	0,4	1,93
P49	157,4	51,4	0,68	0,33	2,95
P50	27,62	51,4	0,61	0,29	2,38
P51	38,62	51,4	0,67	0,32	2,84
P52	83,82	51,4	-0,66	0,32	2,73
P53	33,67	90	-2,02	0,32	1,43
P54	29,35	61,4	0,95	0,32	2,3
P55	84,26	61,4	0,64	0,22	1,09
P56	32,44	40,8	0,31	0,24	2,14
P57	118,7	32,6	0,33	0,4	7,06
P58	10,48	130,8	5,33	0,4	1,4
P59	425,2	61,4	1,18	0,4	3,43
P60	279,4	90	2,16	0,34	1,62
P61	247,7	51,4	0,69	0,33	3
P62	200	51,4	-1,57	0,76	13,78
P63	215,7	90	1,81	0,28	1,17
P64	198	204,6	-60,81	1,85	14,38
P65	226,9	51,4	0,63	0,3	2,55
P66	137,9	40,8	0,38	0,29	3,12
P67	24,03	204,6	-62,69	1,91	15,22
P68	112,6	257,8	-66,49	1,27	5,5
P69	87,03	257,8	-75,43	1,45	6,95
P71	91,18	130,8	6,42	0,48	1,98
P74	154	90	2,99	0,47	2,97
P75	151,1	130,8	-7,97	0,59	2,95
P76	79,32	90	4,65	0,73	6,72
P77	81,15	32,6	0,23	0,27	3,49
P78	89,08	90	-3,73	0,59	4,46
P79	71,75	102,2	4,27	0,52	3,09
P80	79,39	73,6	0,92	0,22	0,89
P81	59,43	102,2	2,77	0,34	1,38
P82	82	51,4	0,42	0,2	1,22
P83	60,13	51,4	0,53	0,26	1,86
P84	55,21	90	1,8	0,28	1,15
P85	78,52	51,4	0,42	0,2	1,21
P86	46,97	51,4	0,43	0,21	1,25
P87	148,7	51,4	0,59	0,28	2,23
P88	121,7	32,6	0,16	0,2	1,95
P89	109	257,8	56,82	1,09	4,11
P90	52,11	163,6	22,14	1,05	6,58
P91	132,5	163,6	33,87	1,61	14,46
P92	334	130,8	24,37	1,81	23,37

**Tableau (V.16):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de charge (mce)
P93	325	51,4	0,51	0,24	1,7
P95	81,1	130,8	7,98	0,59	2,95
P96	131,6	73,6	-3,82	0,9	12,46
P97	21,86	90	-5,09	0,8	7,93
P98	150,1	51,4	0,42	0,2	1,19
P99	123,8	130,8	16,5	1,23	11,36
P100	78,79	51,4	0,22	0,11	0,36
P101	245,4	130,8	15,03	1,12	9,56
P102	12,9	102,2	7,93	0,97	9,72
P103	184,8	90	4,4	0,69	6,08
P104	59,02	130,8	11,04	0,82	5,4
P105	308,9	90	3,84	0,6	4,7
P106	99,67	102,2	5,91	0,72	5,63
P107	169,1	90	4,08	0,64	5,27
P108	194,1	51,4	0,54	0,26	1,91
P109	52,19	102,2	6,44	0,78	6,61
P110	98,6	130,8	-6,11	0,45	1,8
P111	354,6	73,6	0,99	0,23	1,01
P112	196,7	73,6	2,43	0,57	5,37
P113	13,21	130,8	12,09	0,9	6,39
P114	171,7	73,6	2,42	0,57	5,36
P115	163	73,6	1,46	0,34	2,1
P116	100,5	90	3,55	0,56	4,07
P117	124,5	130,8	8,81	0,66	3,55
P118	101,8	102,2	2,29	0,28	0,97
P119	229,5	51,5	0,64	0,31	2,58
P120	129,1	73,6	1,35	0,32	1,81
P121	106	51,4	0,43	0,21	1,27
P122	202,3	51,4	0,56	0,27	2,06
P123	308,5	73,6	0,86	0,2	0,78
P124	43,39	102,2	6,62	0,81	6,97
P125	248,7	73,6	2,15	0,51	4,3
P126	109,3	73,6	3,35	0,79	9,78
P127	176,7	73,6	4,02	0,94	13,67
P128	96,25	73,6	2,86	0,67	7,29
P129	112,8	51,4	0,31	0,15	0,7
P130	353,3	73,6	0,98	0,23	1,01
P132	2,629	204,6	-17,83	0,54	1,48
P133	51,13	102,2	-3,35	0,41	1,97
P134	151,4	73,6	1,77	0,42	2,98
P135	78,74	40,8	0,43	0,33	3,78
P136	119,5	40,8	0,33	0,25	2,39
P137	68,42	90	1,68	0,26	1,02

**Tableau (V.16):** Vitesses et pertes de charge dans le réseau projeté du secteur caserne ouest en cas de pointe +incendie (suite)

<b>Tronçon</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	<b>Débit (l/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Perte de charge (mce)</b>
P138	232,6	102,2	3,51	0,43	2,15
P139	71,47	51,4	0,2	0,1	0,3
P141	5,368	130,8	-8,67	0,65	3,45
P142	96,77	130,8	-8,59	0,64	3,39
P144	127,5	73,6	-2,32	0,55	4,95
P145	38,06	73,6	1,1	0,26	1,24
P1	430,3	369	134,54	1,26	3,54
P29	231,2	73,6	-1,9	0,45	3,42
P18	469,1	130,8	10,63	0,79	5,03
P146	200,2	163,6	-15,04	0,72	3,22
P37	34,14	102,2	-3,77	0,46	2,45
P27	100,5	61,4	-0,87	0,29	1,95
P148	46,1	90	-2,11	0,33	1,55
P147	50,6	102,2	-3,53	0,43	2,17
P38	70,85	130,8	4,87	0,36	1,19
P40	99,16	73,6	-1,47	0,35	2,12
P149	25,3	130,8	-5,8	0,43	1,64
P70	308,7	257,6	76,53	1,47	7,17
P150	104	257,8	-74,35	1,42	6,77
P72	88,28	90	3,39	0,53	3,74
P151	87,12	102,2	-3,58	0,44	2,23
P73	76,69	73,6	1,28	0,3	1,64
P152	69,01	61,4	-0,87	0,29	1,95
P143	60,28	73,6	1,29	0,3	1,66
P94	298,7	73,6	-1,23	0,29	1,52
P153	240	73,6	-1,61	0,38	2,5