

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude de diagnostic et de réhabilitation du réseau
d'alimentation en eau potable de la ville d'Elmahmel (w.
Khenchela) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0037-14

APA Citation (توثيق APA):

Benbrahim, Wissame (2014). Etude de diagnostic et de réhabilitation du réseau
d'alimentation en eau potable de la ville d'Elmahmel (w. Khenchela)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مباحثات، مقالات الدورات، كتب....) و بثه على الخط.

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME DU PROJET :

**ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE REHABILITATION
DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE LA VILLE D'ELMAHMEL W.KHENCHELA**

PRESENTE PAR :
BENBRAHIM WISSAME

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M _r SALAH Boualem	Professeur	Président
M _{me} AMMOR Fadéla	M.A.A	Examineur
M _{me} MOKRANE Wahiba	M.A.A	Examineur
M _{me} KADI Latifa	M.A.B	Examineur
M _{me} MOUHOU B Lina	Ingénieur(DRE)	Examineur
M _r BOUKHELIFA Mustapha	M.A.B	Promoteur

Novembre 2014

REMERCIEMENTS

Grâce à DIEU le tout puissant ce travail a été réalisé.

Je remercie ma chère famille de leurs aides.

*Je remercie également Mon promoteur Mr BOUKHELIFA.M pour ses conseils
et ses consultations qui m'ont tout aidé à la réalisation de mon projet.*

Mes enseignants pour leurs directives et leurs conseils.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail.

Je remercie toutes les personnes de L'ENSH.

WISSAME

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et
de reconnaissance à:*

*Ma mère :Fatima Elzahraa qui m'encourage toujours dans ce
que je fais et m'aide quand j'ai besoin d'elle.*

Mon père :Boualem.

*Mes frères : Abderrahmane, Mohammed, abdelwahhab, aymen.
Toute ma famille*

Tous mes amis de l'ENSH et de l'université d'ELAFFROUNE.

Tous mes enseignants débutant du primaire jusqu'a ce niveau d'étude.

WISSAME

هذه تهدف تشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لبلدية المحمل ولاية خنشلة وتحديد المناطق التي عجز و إدراكها حتى نضمن التشغيل الجيد في الضغط و التدفق لهذا النظام. لأجل هذا تعديل تصميم هذا

في هذه الدراسة " إظهار عمل شبكة التوزيع حالي توزيع المقترحة هذا البرنامج سمح لنا بمشاهدة جيدة لسلوك مياه هذه الشبكة.

إن التغييرات المقترحة سمحت لنا بضمان تشغيل النظام إلى غاية عام 2035

Résumé :

Cette étude consiste à faire un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de commune ELMAHMEL willaya de KHENCHELA et à identifier les zones de défaillance et y remédier afin de garantir un bon fonctionnement hydraulique du point de vue pression et débit. Pour cela on optait pour une modification de la conception ainsi que l'optimisation de ce système.

Il a été utilisé le logiciel WATER CAD pour simuler le fonctionnement hydraulique du réseau existant et aussi comme outil d'aide à la conception du nouveau réseau. Ce qui a permis d'avoir une meilleure visualisation du comportement hydraulique de notre réseau.

Les aménagements suggères permettent de garantir le fonctionnement du système à l'horizon d'étude 2035.

Abstract:

In this work we have done an assessment of the drinking water system of ELMAHMEL city in the willaya of KHENCHELA. Also, we have identified the failing portion the network. Then we have done the adequate modification to ensure the hydraulic behavior in term of pressure and discharge. For this purpose we have partially changed the design of the network in order to optimize its operating conditions

We have used WATER CAD software to simulate hydraulic behavior of the existing network and also as support tool for the design of the new network. This allowed a better visualization of the hydraulic operating conditions.

Suggested installation will ensure the functioning of the system to the study horizon of 2035.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
 Chapitre I : Présentation de la zone d'étude et de systèmes d'AEP	
Introduction	2
I.1 Situation géographique	2
I.2 Situation climatologiques	3
I.2.1 Climat	3
I.2.2 Température.....	4
I.2.3 La précipitation	4
I.2.4 La neige	4
I.2.5 Les orages	5
I.2.6 La grêle.....	5
I.2.7 La gelée blanche	5
I.2.8 Les vents dominants	5
I.3 Présentation du systèmes d'AEP	5
I.3.1 Eaux souterraines	6
I.3.2 Eaux superficielles	6
I.3.3 Adductions	6
I.3.4 Station de pompage	9
I.3.5 Ouvrage de stockage	10
I.3.6 Réseau de distribution	10
Conclusion	11

Chapitre II : Estimation des besoins en eau potable

Introduction	12
II.1 Evaluation de la population à l’horizon d’étude	12
II.2 Détermination de consommation moyenne journalière	13
II.2.1 Besoins domestiques.....	13
II.2.2 Besoins scolaires.....	14
II.2.3 Besoins sanitaires.....	14
II.2.4 Besoins administratifs.....	15
II.2.5 Besoins socioculturels.....	15
II.2.6 Besoins commerciaux.....	16
II.2.7 Besoins moyens journaliers des équipements à court terme, moyen et long terme....	16
II.3 Détermination des consommations maximale et minimale	17
II.3.1 Consommation maximal journalier.....	17
II.3.2 Consommation minimal journalier.....	18
II.4 Détermination du débit moyen, maximal et minimal horaire	19
II.4.1 Débit moyen horaire.....	19
II.4.2 Débit maximal horaire.....	19
II.4.3 Débit minimal horaire.....	21
II.5 variation horaires de la consommation	22
II.6 Bilan ressource /besoins	29
II.7 Evaluation des besoins de stockage	29
II.8 Bilan de stockage ..	32
Conclusion	32

Chapitre III : Simulation du fonctionnement du réseau existant

Introduction	33
III.1 Calcul hydraulique du réseau existant	34
III.1.1 Détermination des débits (routes et nœuds)	34
III.1.1.1 Cas de pointe.....	34
III.1.1.2 Cas de pointe +incendie.....	44
III.1.2 Constatation et interprétation des résultats de simulation	44
III.1.2.1 Cas de pointe.....	44
III.1.2.2 Cas de pointe+ incendie	53
Conclusion	61

Chapitre IV : Projection de réseau pour l’horizon 2035

Introduction	62
IV.1 Choix du type de réseau de distribution	62
IV.2 Choix du matériau des conduites	63
IV.3 Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l’horizon 2035	64
IV.3.1 Détermination des débits	64
IV.3.1.1Cas de pointe.....	65
IV.3.1.2 Cas de pointe + incendie.....	69
IV.3.2 Détermination des diamètres	69
IV.4 Constatation et interprétation des résultats de simulation	71
IV.4 .1Cas de pointe.....	71
IV.4.2 Cas de pointe + incendie.....	75
IV-5 Appareils et accessoires du réseau	78
Conclusion	79

Chapitre V : Adduction et pompage

Introduction	80
V.1 Choix du tracé	80
V.2 Choix du matériau	80
V.3 Dimensionnement de l'adduction	81
V.3.1 Méthode de calcul	81
V.3.2 Dimensionnement de l'adduction (SP ₂₋₃ - R1).....	83
V.3.2 Dimensionnement de l'adduction (TZ6- R2).....	86
V.4 Etude de pompage	88
V.5 Etude du coup de bélier	90
V.5.1 Introduction.....	90
V.5.2 Causes du coup de bélier	90
V.5.3 Calcul des réservoirs d'air.....	90
Conclusion	93

Chapitre VI : Les réservoirs

Introduction	94
VI.1 Le réservoir d'équilibre	94
VI.2 La capacité des réservoirs	94
VI.3 Les forme	95
VI.4 La hauteur d'eau	95
VI.5 L'implantation et terrain	96
VI.6 Les équipements hydrauliques des réservoirs d'eau	96

VI.7 Calcul des débits donnés par chaque réservoir	99
VI.7.1 cas de pointe	99
VI.7.2 cas de pointe + incendie.....	99
Conclusion.....	99

Chapitre VII : Estimation quantitative et financière du nouveau réseau d’AEP

Introduction.....	100
VII.1 Partie calcule de projet	100
VII.2 Choix et calcul les grandeurs de la section transversale de la tranchée	100
VII.3 Définitions des travaux et calcul leurs volumes et coûts.....	101
Conclusion.....	103
Conclusion général.....	106

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude et de systèmes d'AEP

Tableau I-1 Précipitations moyenne mensuelle.....	4
Tableau I-2 La moyenne annuelle de la neige.....	4
Tableau I-3 Nombre moyen de jours d'orage.....	5
Tableau I-4 Nombre moyen de jours de grêle.....	5
Tableau I-5 Nombre moyen de jours de gelée.....	5
Tableau I-6 Récapitulatif des forages existants.....	7
Tableau I-7 linéaire total du réseau d'adduction existant.....	8
Tableau I-8 calcul du linéaire total d'adduction.....	8
Tableau I-9 caractéristique des pompes de refoulement de la station de reprise.....	9
Tableau I-10 Equipement de la station de reprise	9
Tableau I-11 caractéristique des réservoirs.....	9
Tableau I-12 linéaire total du réseau de distribution.....	10
Tableau I-13 calcul du linéaire total de distribution.....	10

Chapitre II: Estimation Des Besoins En Eau potable

Tableau II-1 Répartition de la population.....	12
Tableau II-2 Evaluation des besoins domestiques pour les différents horizons.....	14
Tableau II-3 Evaluation des besoins scolaires.....	14
Tableau II-4 Evaluation des besoins sanitaires.....	14
Tableau II-5 Evaluation des besoins administratifs.....	15
Tableau II-6 Evaluation des besoins socioculturels.....	15
Tableau II-7 Evaluation des besoins commerciaux.....	16
Tableau II-8 besoins en eau potable totale a l'horizon actuel.....	16

Tableau II-9 Tableau récapitulatif des besoins des équipements à court terme.....	16
Tableau II-10 Tableau récapitulatif des besoins des équipements à moyen terme.....	17
Tableau II-11 Tableau récapitulatif des besoins des équipements à long terme.....	17
Tableau II-12 Tableau récapitulatif des besoins totaux à court, moyen et long terme.....	17
Tableau II-13 Tableau récapitulatif de débit $Q_{\max,j}$	18
Tableau II-14 : tableau récapitulatif de débit $Q_{\min,j}$	19
Tableau II-15 : tableau récapitulatif de débit $Q_{\text{moy},h}$	19
Tableau II-16: Variation du coefficient \max	20
Tableau II-17 : Débit maximal horaire.....	20
Tableau II.18: Variation du coefficient \min	21
Tableau II-19 : Débit minimal horaire.....	21
Tableau II-20 : variation horaire de consommation à l'horizon actuel.....	23
Tableau II-21 : variation horaire de la consommation à l'horizon 2021.....	24
Tableau II-22 : variation horaire de la consommation à l'horizon 2028.....	26
Tableau II-23 : variation horaire de la consommation à l'horizon 2035.....	27
Tableau II-24 : bilan ressources/besoins.....	29
Tableau II-25 : détermination de la capacité de stockage à l'état actuel.....	30
Tableau II-26 : détermination de la capacité de stockage à l'horizon 2035.....	31
Tableau II-27 : bilan de stockage.....	32

Chapitre III: Simulation du fonctionnement de réseau existant

Tableau III-1 Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS C_{HW} en fonction de matériaux des conduites.....	33
Tableau III-2 calcul des débits nodaux du réseau actuel.....	36
Tableau III-3 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	37
Tableau III-4 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	38
Tableau III-5 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	39
Tableau III-6 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	40
Tableau III-7 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	41
Tableau III-8 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).....	42
Tableau III-9 calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite et fin).....	43
Tableau III-10 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe).....	44
Tableau III-11 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	45
Tableau III-12 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	46
Tableau III-13: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	47
Tableau III-14 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite et fin).....	48
Tableau III-15: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe).....	49
Tableau III-16 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	50
Tableau III-17 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	51
Tableau III-18: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).....	52
Tableau III-19: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite et fin).....	53
Tableau III-20: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie).....	53
Tableau III-21: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).....	54
Tableau III-22: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).....	55

Tableau III-23: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).....	56
Tableau III-24: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite et fin).....	57
Tableau III-25 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie)	57
Tableau III-26: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite)....	58
Tableau III-27: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite)...	59
Tableau III-28: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite)....	60
Tableau III-29 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite et fin).....	61

Chapitre IV: Projection de réseau pour l'horizon 2035

Tableau IV-1: Comparaison entre les différents types de matériau.....	63
Tableau IV-2: comparaison entre les différents types de matériau (suite).....	64
Tableau IV-3 : débits nodaux de réseau projeté.....	65
Tableau IV-4: débits nodaux de réseau projeté (suite).....	66
Tableau IV-5 : débits nodaux de réseau projeté (suite).....	67
Tableau IV-6 : débits nodaux de réseau projeté (suite et fin).....	68
Tableau IV-7: détermination des diamètres.....	69
Tableau IV-8 : détermination des diamètres (suite).....	70
Tableau IV-9 : détermination des diamètres (suite et fin).....	71
Tableau IV-10 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe).....	71
Tableau IV-11: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite).....	72
Tableau IV-12 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite et fin).....	73
Tableau IV-13 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe).....	73
Tableau IV-14 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite et fin).....	74

Tableau IV-15: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).....	75
Tableau IV-16: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie) (suite et fin).....	76
Tableau IV-17 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).....	77
Tableau IV-18: charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie) (suite et fin).....	78

Chapitre V : Adduction et pompage

Tableau V-1: Calcul de la Hmt du tronçon (SP ₂₋₃ -R1).....	84
Tableau V-2: Calcul des frais d'amortissement du tronçon (SP ₂₋₃ -R1)	85
Tableau V-3: Calcul des frais d'exploitation du tronçon (SP ₂₋₃ -R1).....	85
Tableau V-4: Bilan du tronçon (SP ₂₋₃ -R1).....	85
Tableau V-5: Calcul de la Hmt du tronçon (TZ6-R2).....	86
Tableau V-6: Calcul des frais d'amortissement du tronçon (TZ6-R2).....	87
Tableau V-7: Calcul des frais d'exploitation du tronçon (TZ6-R2).....	87
Tableau V-8: Bilan du tronçon (TZ6-R2).....	87
Tableau V-9: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre de la station de reprise.....	89
Tableau V-10 : Caractéristique du groupe électropompe immergé du forage (TZ6).....	89
Tableau V-11: Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement...	92
Tableau V-12: Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement.....	93
Tableau V-13: Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement	93

Chapitre VI: Les réservoirs

Tableau VI-1: les hauteurs en fonction des capacités des réservoirs.....	95
--	----

Chapitre VII: Estimation quantitative et financière du réseau d'AEP

Tableau VII-1 : calcul les grandeurs de la section de tranchée.....	101
---	-----

Tableau VII-2 : calcul les volumes des travaux.....	102
---	-----

Tableau VII-3 : le coût des travaux.....	103
--	-----

Tableau VII-4 : le coût des conduites en PEHD.....	103
--	-----

LISTE DES FIGURES

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude et de systèmes d'AEP

Figure I-1 : Image satellitaire de la ville d'ELMAHMEL (W.KHENCHELA).....	2
Figure I-2 Situation administrative de la zone d'étude	3
Figure I-3 Présentation de linéaire total d'adduction	8
Figure I-4 Présentation de linéaire total de réseau de distribution	11

Chapitre II: Estimation des besoins en eau potable

Figure II-1 Répartition de la population	13
Figure II-2 diagramme représente la variation horaire de consommation actuelle.....	23
Figure II-2 graphe représente le cumulé de consommation horaire	24
Figure II-4 diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2021...	25
Figure II-5 graphe représente le cumulé de consommation horaire	25
Figure II-6 diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2028....	26
Figure II-7 graphe représente le cumulé de consommation horaire.....	27
Figure II-8 diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2035....	28
Figure II-9 : graphe représente le cumulé de consommation horaire.....	28

Chapitre V : Adduction et pompage

Figure V-1 : Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.....	85
Figure V-2 : Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.....	87

Chapitre VI: Les réservoirs

Figure VI-1 Adduction chute libre	96
Figure VI-2 Siphon de trop-plein	97
Figure VI-3 La conduite by-pass	98

Chapitre VII: Estimation quantitative et financière du nouveau réseau d'AEP

Figure VII-1 Section type de tranchée	100
---	-----

LISTE DES PLANCHES

Planche n° 1 : Plan de masse et réseau d'AEP existant.

Planche n° 2 : plan de masse et réseau d'AEP projeté.

Planche n° 3 : Profil en long de la canalisation principale du réseau projeté.

Planche n° 4 : Schéma synoptique du système d'AEP projeté.

Planche n° 5 : Détail d'une maille.

LISTE DES ANNEXES

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

Annexe III-1: Résultat de simulation du réseau existant état des vitesses (cas de pointe).

Annexe III-2: Résultat de simulation du réseau existant état des pressions (cas de pointe).

Annexe III-3: Résultat de simulation du réseau existant état des vitesses (cas de pointe+incendie).

Annexe III-4: Résultat de simulation du réseau existant Etat des pressions (cas de pointe+incendie).

Annexe IV-1: Table d'ABRAMOV.

Annexe IV-2 : Répartition arbitraire des débits dans le réseau projeté.

Annexe IV-3: Résultat de simulation du réseau projeté état des vitesses (cas de pointe).

Annexe IV-4: Résultat de simulation du réseau projeté état des pressions (cas de pointe).

Annexe IV-5: Résultat de simulation du réseau projeté état des vitesses (cas de pointe+incendie).

Annexe IV-6: Résultat de simulation du réseau projeté état des pressions (cas de pointe+incendie).

Annexe V-1: Prix des conduites PEHD PN20 (groupe CHIALI).

Annexe V-2: Prix des conduites PEHD PN10 (groupe CHIALI).

Annexe V-3 : Courbe caractéristique de la pompe **PM100/3B**.

Annexe V-4 : Courbe caractéristique de la pompe **E8S64/10A+MC8100**.

Annexe V-5 : Les caractéristiques des matériaux et de sol.

Annexe V-6 : Abaque de VEIBERT.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau. Cette eau doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilités et à une pression et en quantité suffisantes.

L'eau potable est transportée dans des canalisations. Avec le temps, les canalisations commencent à vieillir, les performances hydrauliques diminuent et la qualité de l'eau se dégrade, les pertes d'eau et les casses augmentent. Les casses peuvent provoquées des dégâts spectaculaires et sont généralement enregistrées dans des bases de données.

Le vieillissement des réseaux urbains d'eau potable constitue depuis plusieurs années une préoccupation majeure des gestionnaires. Les réseaux d'eau potable constituent une partie du patrimoine urbain qui s'inscrit dans un processus de longue durée. Par conséquent, leur renouvellement devrait se rattacher à des considérations liées au vieillissement, en d'autres termes à la dégradation dans le temps de leurs caractéristiques d'origine.

Mettre à niveau l'état et le fonctionnement des réseaux d'eau potable demande des gestionnaires qu'ils interviennent face au vieillissement : en rénovant des conduites existantes, en remplaçant certaines par des nouvelles, ou encore en installant de nouvelles conduites pour satisfaire la demande des nouveaux consommateurs ou pour renforcer la fiabilité d'un réseau.

Notre étude consiste à faire un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de El Mahmel (Wilaya de Khenchela), en passant par la présentation de l'état actuel de ce système et l'exposition de ces différents problèmes, donner un système capable d'assurer la desserte en eau pour l'agglomération à l'horizon d'étude 2035.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SYSTEMES D'AEP

Introduction

Dans ce chapitre il est présenté la situation et les principales caractéristiques de la ville el mahmel (tazougart), ces caractéristiques vont nous guider à faire le diagnostic de réseau de distribution et la mise en place du schéma d'alimentation projeté.

I.1 Situation géographique

Elmahmel est une commune de wilaya de kenchela, situé dans les montagnes d'auras, elle est distante de 7km au sud-est du chef lieu de la wilaya. Le périmètre communal s'étend sur superficie de 371km².

La commune d'elmahmel est limitée :

Au nord ain touila et la commune kenchela.

Au sud et à l'ouest : la commune barbar.

A l'est : la commune ouled rechache.

Les coordonnées de la ville : 35° 22' 26".

7° 12' 47".



Figure I-1 : Image satellitaire de la ville d'elmahmel (W.kenchela).



Figure I-2 Situation administrative de la zone d'étude.

I.2 Situation climatologique

L'étude de climatologie est très importante car avant toute projection ou dimensionnement d'un aménagement ou d'un ouvrage hydraulique, il faut impérativement tenir compte des facteurs climatiques :

I.2.1 Climat

La région d'elmahmel, par sa situation géographique est d'un climat continental au nord et presque saharien au sud. Elle est caractérisée par un hiver très rigoureux et un été chaud et sec.

I.2.2 Température

- La moyenne de tous les minima : - 2 C°
- La moyenne de maxima : +21,4 C°
- Le minimum absolu observé : - 4,8 C°
- Le maximum absolu observé : +42 C°

Les maxima absolus observés pendant la saison estivale sont très élevés, ce qui engendre une forte évaporation pendant cette saison.

I.2.3 La précipitation

Dans la région montagneuse du Nord-Ouest (DJ.Chelia et DJ.Aidel) qui reçoit entre 700 et 1200mm de pluies par an et du sud (les parcours sahariens) qui reçoit moins de 200mm de pluies par an (Oued EL Meita) ; le reste du territoire de la wilaya est compris entre les isohyètes 200 et 600mm de pluies par an.

Aussi, il a été relevé que le mois de mars est le plus humide (reçoit le plus de pluies) alors que le mois de juillet, est le plus sec (reçoit le moins de pluies.)

En général, les pluies de printemps sont plus importantes , (une moyenne de 60,33mm) que celles de l'automne qui ont une moyenne de 43,67mm.

Tableau I-1 : Précipitations moyenne mensuelle

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Khenchela	54	47	70	50	61	35	13	23	38	38	57	45	531

I.2.4 La neige

La moyenne annuelle de ce type d'intempérie est la suivante :

Tableau I-2 : La moyenne annuelle de la neige.

Région	Nombre moyen de	
	Jours ou il neige	Enneigement
Khenchela	12,4	12,4

I.2.5 Les orages

La saison où l'on observe le plus d'orage est la saison estivale (de Mai à Septembre) comme cela est indiqué dans le tableau suivant :

Tableau I-3 : Nombre moyen de jours d'orage

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Khenchela	0,1	0,2	1,3	1,8	5,4	5,5	4,4	5,5	4,9	1,7	0,3	0,1	31,2

Il en ressort qu'en moyenne au cours d'une année, il y a environ 30 jours d'orage.

I.2.6 La grêle

Tableau I-4 : Nombre moyen de jours de grêle

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy. Annuelle
Khenchela	1,4	1,3	1,8	1,2	1	1,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	10,1

I.2.7 La gelée blanche

Tableau I-5 : Nombre moyen de jours de gelée

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy. Annuelle
Khenchela	1,4	1,3	1,8	1,2	1	1,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	10,1

I.2.8 Les vents dominants

Les vents dominants sont ceux d'Ouest et du Nord - Ouest .Ces derniers amènent l'humidité de l'atlantique du Nord (en hiver). Outre ces vents fréquents, en hivers il y a aussi les vents du Nord qui sont souvent secs et froids. En été les vents du Sud sont chauds et secs parfois chargés de sable (vents de sable).

I.3 Présentation du système d'AEP

La ville elmahmel est alimentée par les eaux souterraines produites à partir des forages situés dans la commune d'elmahmel, et du transfert à partir du barrage KOUDIAT MEDAOUAR situé dans la wilaya de batna.

I.3.1 Eaux souterraines

L'alimentation en eau potable de la ville elmahmel était assuré à partir de 03 forages sont opérationnels (TZ1, TZ3 et TZ5) ; le stockage est assuré par un réservoir de distribution 2000m³ de capacité.

I.3.2 Eaux superficielles

La ville elmahmel est alimentée par le barrage KOUDIAT MEDAOUAR situé dans la wilaya de batna, l'eau refoulée à partir de la SP2-3 situé à kenchela vers le réservoir 1000m³ de capacité.

I.3.3 Adductions

1-Adduction à partir des forages TZ1, TZ3 et TZ5 vers le réservoir R2000 :

- **Adduction forage TZ3-SPbarimo**

L'adduction « TZ3-SPbarimo» est en PVC de diamètre Ø200mm et une longueur 4950m, avec un débit 2l/s.

- **Adduction forage TZ5-SPbarimo**

L'adduction « TZ5-SPbarimo» est en PVC, de diamètre Ø200mm et une longueur 7400m, avec un débit 7l/s.

- **Adduction SPbarimo-R2000**

L'adduction « SPbarimo-R2000» est en PVC, de diamètre Ø250mm et une longueur 5000m, avec débit 9l/s.

- **Adduction forage TZ1-R2000**

L'adduction « TZ1-R2000» est en acier de diamètre Ø200mm et une longueur 5351 m, avec un débit 1,5l/s, refoule directement vers le réservoir 2000m³ de capacité.

Tableau I-6 : Récapitulatif des forages existants.

Commune		Elmahmel		
Nom de forage		TZ1	TZ3	TZ5
Débit initial (l/s)		02	06	12
Débit exploitation actuel (l/s)		1.5	02	07
Caractéristique du forage	X (m)	913.00	917.00	918.70
	Y (m)	237.25	238.30	239.70
	Z(m)	1080.00	1078.00	1078.00
	Prof (m)	40	60	44
	N.S	5.84	9.43	24.34
	N.D	9.67	31.50	05.94
Observation		Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel

2-Adduction du transfert à partir du barrage KOUDIAT MEDAOUAR vers le réservoir 1000m³ :

L'eau refoulée à partir de la SP2-3 qui situé à kenchela vers le réservoir de 1000m³ de capacité avec un débit de 28.937l/s, les conduites sont en acier de diamètre Ø500mm et une longueur total de 8430m.

Remarque

L'ensemble des conduites de refoulement dans le différent système d'alimentation en eau potable d'elmahmel sont en bonnes état.

Tableau I-7 : linéaire total du réseau d'adduction existant

Désignation	Diamètre (mm)	Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
TZ3-SP BARIMO	200	PVC	4950	15.75
TZ5-SP BARIMO	200	PVC	7400	23.54
TZ1-R2000	200	ACIER	5351	17.03
SP BARIMO-R2000	250	PVC	5000	15.91
SP3-R1000	500	ACIER	8430	26.82

Tableau I-8 : calcul de linéaire total d'adduction

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
PVC	17350	55.74
ACIER	13781	44.26
TOTAL	31131	100

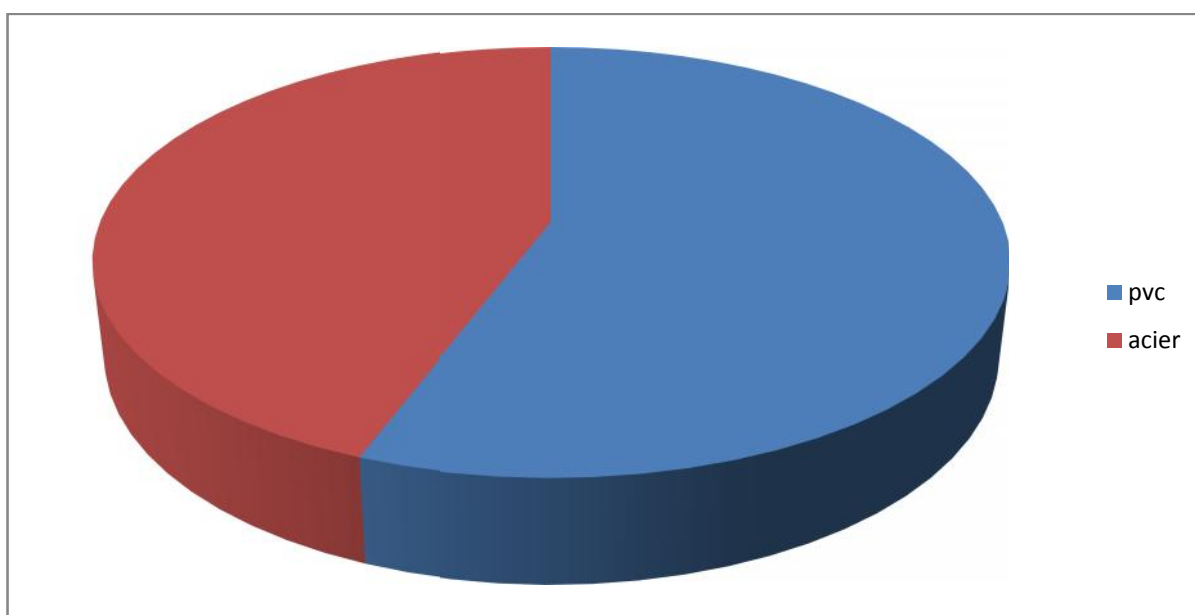


Figure I.3: Présentation de linéaire total d'adduction

I.3.4 Station de pompage

Deux stations de pompage principales forment notre système d'alimentation en eau potable :

La première station de pompage (SP2-3) situé à kenchela refoulée l'eau à partir de transfert du barrage KODIAT MEDAOUAR vers le réservoir 1000m³ de capacité avec un débit de 28.936l/s.

La deuxième station de reprise situé à la ville elmahmel, dans le quartier de barimo, elle reçoit les eaux des forages TZ3 et TZ5 puis lui refoulée vers le réservoir de stockage R2000.

La station de reprise formée de 3 électropompes (deux en service et une en secours), installé au dessus de la bêche à eau de type semi-terré et de 200 m³ de capacité.

Tableau I-9 : caractéristique des pompes de refoulement de la station de reprise.

Désignation	Pompe 1	Pompe2
Q (m ³ /h)	28,8	30
HMT (m)	155	111
L'axe de la pompe	Horizontal	Horizontal
Nature de moteur	ENEL	WA MOTOR
Puissance p (KW)	55	55

Tableau I-10 : Equipement de la station de reprise :

Désignation	Vanne d'aspiration	Vanne de refoulement	Venteuse	Clapet	Compteur
Diamètre (mm)	100	100	50	100	100
Matériau	Fonte	Fonte	Fonte	Fonte	Fonte

I.3.5 Ouvrage de stockage :

Le stockage de l'eau potable de système d'AEP de la ville elmahmel est composé 2 réservoir.

Tableau I-11 : caractéristique des réservoirs.

Réservoir	Type de réservoir	Capacité de stockage (m ³)	Cotes	
			Radier (m)	t. plein (m)
R2000	Semi enterré	2000	1152	1156
R1000	Semi enterré	1000	1182	1185,7

Remarque

Les deux réservoirs sont en bon état.

I.3.6 Réseau de distribution

Le réseau de distribution de la ville elmahmel est de type combiné en PVC de diamètre (50, 63, 75, 80, 90, 110, 125, 140, 160 mm) et en PEHD de diamètre (200, 315mm), alimenté par 2 réservoirs de capacité 1000m³, 2000m³.

La longueur totale de réseau est 47332m.

Tableau I-12 : linéaire total du réseau de distribution.

Diamètre (mm)	matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
50	PVC	1945	4.11
63	PVC	15049	31.80
75	PVC	1282	2.71
80	PVC	359	0.76
90	PVC	6322	13.35
110	PVC	9597	20.28
125	PVC	1759	3.72
140	PVC	720	1.51
160	PVC	6554	13.85
200	PEHD	2924	6.18
315	PEHD	821	1.73

Tableau I-13 : calcul du linéaire total de distribution.

Matériau	Longueur (m)	Longueur (%)
PVC	43587	92.09
PEHD	3745	7.91
TOTAL	47332	100

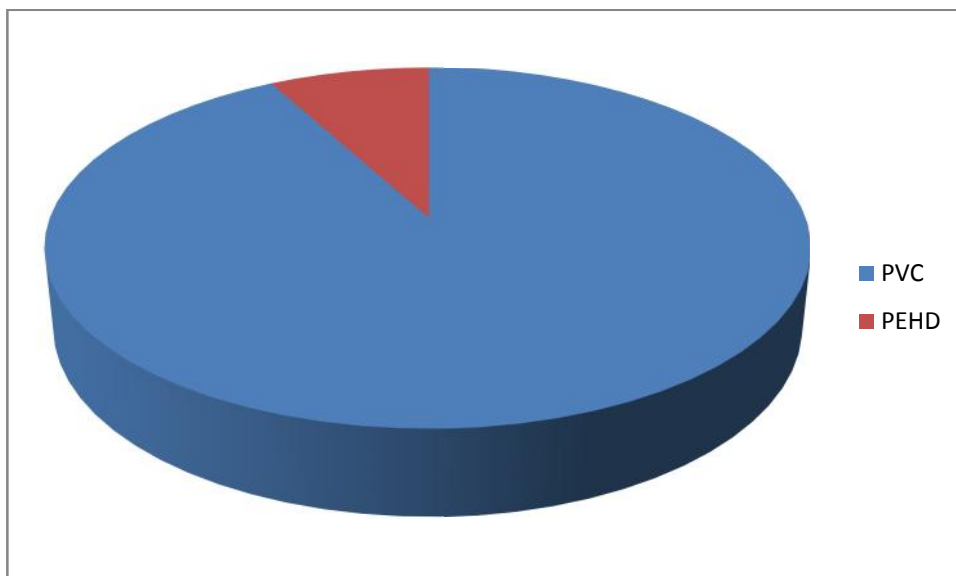


Figure I-4: Présentation de linéaire total de réseau de distribution.

Conclusion

Dans cette partie, nous avons défini les données nécessaires, et l'ensemble des équipements de système d'alimentation en eau potable de la ville el Mahmel qui sont très utiles et nécessaires pour la suite de l'étude des chapitres prochains.

CHAPITRE II

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

POTABLE

Introduction

L'estimation des besoins en eau de notre agglomération exige de fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur, cette norme unitaire (dotation) est définie en fonction des besoins de chaque consommateur et de la capacité de la ressource.

Cette estimation en eau dépend aussi d'autres facteurs suivant : de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,... Elle diffère aussi d'une agglomération à autre.

II.1 Evaluation de la population à l'horizon d'étude

Pour l'estimation de la population future, nous prenons un horizon de 21 ans et nous adopterons un taux d'accroissement de 2.5% pour les calculs de la population future nous utiliserons la formule suivant :

$$P = P_0 \times (1+t)^n \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec :

P_n : Population à l'horizon 2035

P_0 : Population actuelle

t : Taux d'accroissement de la population en %

n : Nombre d'années séparant les deux horizons

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat effectué en 2008, la population de la ville elmahmel était de 28237 habitants (source APC).

Tableau II-1: Répartition de la population.

Année	2008	Actuelle 2014	Court terme 2021	Moyen terme 2028	Long terme 2035
Nombre d'habitants	28237	32755	39249	46308	54780

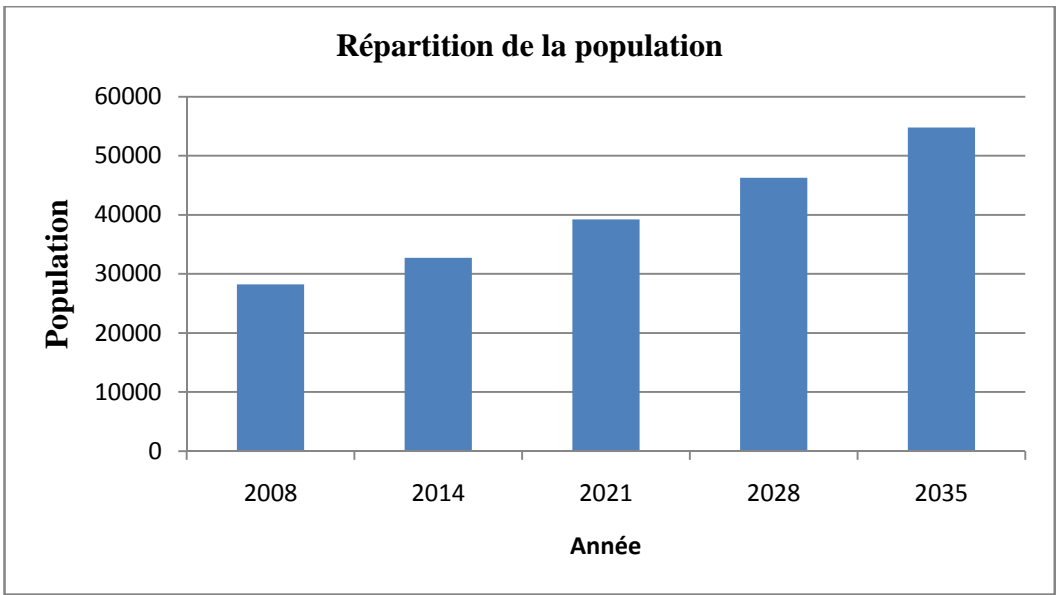


Figure II.1 : Répartition de la population.

II.2 Détermination de consommation moyenne journalière

Les besoins en eau sont très différents d’une région à l’autre, ces besoins est en fonction de la situation économique, de consommateur, de la disponibilité des ressources, de l’utilisation des équipements domestiques modernes et de l’activité industrielle.

II.2.1 Besoins domestiques

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement du développement sanitaire et les habitudes de la population, pour les petites agglomérations la dotation varie de 60 à 100l/j/hab, et pour les grandes agglomérations la dotation varie de 100 à 200l/j/hab.

Pour notre projet il s’agit des grandes agglomérations, les besoins seront estimés sur la base d’une dotation de 150 l/j/hab pour les horizons (2014,2021), et une dotation de 180l/j/hab pour les horizons (2028,2035).

$$Q_{moy,j} = \frac{1}{1000} \times dot \times N \dots\dots\dots (m^3 / j) \dots\dots\dots (II.2)$$

dot: Dotation moyenne en (l/j/hab).

N: Nombre d'habitants.

Tableau II-2 : Evaluation des besoins domestiques pour les différents horizons.

Horizon	Actuelle 2014	Court terme 2021	Moyen terme 2028	Long terme 2035
Dotation (l/j/hab)	150	150	180	180
Q_{moy} (m ³ /j)	4913.25	5887.35	8335.44	9860.4

II.2.2 Besoins scolaires

Les besoins en eau des différents équipements scolaires à l'horizon actuel sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau II-3 : Evaluation des besoins scolaires.

Type d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q_{moy} (m ³ /j)
Primaire	Elève	3380	10	33.8
CEM	Elève	2350	10	23.5
Lycée	Elève	1200	10	12
CFPA	Elève	244	10	2.44
Total	-	-	-	71.74

II.2.3 Besoins sanitaires

Les différents besoins sanitaires à l'horizon actuel sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II-4 : Evaluation des besoins sanitaires.

Type d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q_{moy} (m ³ /j)
Policlinique	Patient	30	50	1.5
Agence pharmaceutique	Employé	14	15	0.21
Total	-	-	-	1.71

II.2.4 Besoins administratifs

Les différents besoins administratifs à l'horizon actuel sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II-5 : Evaluation des besoins administratifs.

Type d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy} (m ³ /j)
Siege APC	Employé	100	15	1.5
Gendarmerie	Unité	1	1500	1.5
Garde Communale	Employé	42	40	1.68
PTT	Employé	20	15	0.3
Protection civile	Unité	1	25000	25
Parc APC	M ²	1000	5	5
Sureté urbain	Unité	1	1000	1
Total	-	-	-	35.98

II.2.5 Besoins socioculturels

Les équipements socioculturels et leurs besoins en eau   l'horizon actuel sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II-6 : Evaluation des besoins socioculturels.

Type d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy} (m ³ /j)
Maison de Jeune	Adh�rent	100	15	1.5
Mosquée	Fidel	7000	20	140
Stade communale	M ²	8000	4	32
Total	-	-	-	173.2

II.2.6 Besoins commerciaux

Les besoins en eau à l'horizon actuel dans le tableau suivant :

Tableau II-7 : Evaluation des besoins commerciaux.

Type d'équipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy} (m ³ /j)
Abattoir	Tête	50	260	13

La consommation moyenne journalière totale à l'horizon actuel dans le tableau suivant :

Tableau II-8 : besoins en eau potable totale a l'horizon actuel.

Secteur	Besoins domestique	Besoin scolaire	Besoin sanitaire	Besoin administratif	Besoin socio-Culturel	Besoin commercial	Total
Q _{moy} (m ³ /j)	4913.25	71.74	1.71	35.98	173.2	10	5205.88

II.2.7 Besoins moyens journaliers des équipements à court terme, moyen et long terme:

➤ A court terme (2021)

Les différents équipements qui vont être projetés à court terme sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II-9 : Tableau récapitulatif des besoins des équipements à court terme.

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy,j} (m ³ /j)
Existant	-	-	-	292.63
Subdivision hydraulique	Employé	10	15	0.15
Crèche	Enfant	70	15	1.05
Ecole coranique	Fidèle	90	15	1.35
Bibliothèque	Lecteur	100	15	1.5
Station de lavage	Unité	1	9000	9
Total	-	-	-	305.68

➤ A moyen terme (2028)

Les différents équipements à moyen terme dans le tableau suivant :

Tableau II-10 : Tableau récapitulatif des besoins à moyen terme.

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy,j} (m ³ /j)
Existant	-	-	-	305.68
Sale de sport	Fidele	150	100	15
Centre culturel	Fidele	30	10	0.3
Primaire	Elève	520	10	5.2
CEM	Elève	400	10	4
Poste	Employé	20	15	0.3
Salle de soins	Patient	45	50	2.25
Total	-	-	-	332.73

➤ **A long terme (2035)**

Les équipements qui vont être projetés à long terme dans le tableau suivant :

Tableau II-11 : Tableau récapitulatif des besoins à long terme.

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q _{moy,j} (m ³ /j)
Existant	-	-	-	332.73
Subdivision travaux publique	Employé	20	20	0.4
Subdivision impôt	Employé	20	20	0.4
Marché	M ²	600	10	6
Cafés	Client	10	3000	30
Restaurant	Repas	600	30	18
Hôtel	Lit	70	150	10.5
Douche publique	Unité	5	10000	50
Total	-	-	-	448.03

❖ Les résultats de l'évaluation des besoins moyens journaliers totaux à différents horizons sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau II-12 : tableau récapitulatif des besoins totaux à court, moyen et long terme.

Horizon	Court terme (2021)	Moyen terme (2028)	Long terme (2035)
Domestique (m ³ /j)	5887.35	8335.44	9860.4
Equipement (m ³ /j)	305.68	332.73	448.03
Besoins totaux (m ³ /j)	6193.03	8668.17	10308.43

II.3 Détermination des consommations maximale et minimale journalières :

II.3.1 Consommation maximal journalier

Le débit maximum est un débit d'une journée de l'année où la consommation est maximale.

$$Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy},j} \dots\dots\dots(\text{II.3})$$

Avec :

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

$K_{\max,j}$: Coefficient d'irrégularité journalière maximum, $K_{\max,j}$ varie de (1,1 à 1,3)

C'est un rapport indiquant de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation.

On prend : $K_{\max,j}=1,3$

Tableau II-13 : tableau récapitulatif de débit $Q_{\max,j}$.

Horizon	Besoin total $Q_{\text{moy},j}(\text{m}^3/\text{j})$	$K_{\max,j}$	$Q_{\max,j}(\text{m}^3/\text{j})$
2014	5205.88	1.3	6767.644
2021	6193.03	1.3	8050.939
2028	8668.17	1.3	11268.621
2035	10308.43	1.3	13400.959

II.3.2 Consommation minimal journalier

Il existe une journée où la consommation est minimale.

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \times Q_{\text{moy},j} \dots\dots\dots(\text{II.4})$$

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

$K_{\max,j}$: Coefficient d'irrégularité journalière minimum , $K_{\min,j}$ varie de (0,7 à 0,9)

Ce coefficient indique de combien de fois la consommation minimale est inférieure par rapport à la consommation moyenne. On prend : $K_{\min,j}=0,8$.

Tableau II-14 : tableau récapitulatif de débit $Q_{\min,j}$.

Horizon	Besoin total $Q_{\text{moy},j}(\text{m}^3/\text{j})$	$K_{\min,j}$	$Q_{\min,j}(\text{m}^3/\text{j})$
2014	5205.88	0.8	4164.704
2021	6193.03	0.8	4954.424
2028	8668.17	0.8	6934.536
2035	10308.43	0.8	8246.744

II.4 Détermination du débit moyen, maximal et minimal horaire:

II.4.1 Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy},h} = Q_{\text{max},j} / 24 \dots\dots\dots (II.5)$$

Avec :

$Q_{\text{moy},h}$: Débit moyen horaire (m^3/h)

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

Tableau II-15 : tableau récapitulatif de débit $Q_{\text{moy},h}$.

Horizon	$Q_{\text{max},j}(\text{m}^3/\text{j})$	$Q_{\text{moy},h}(\text{m}^3/\text{h})$
2014	6767.644	281.985
2021	8050.939	335.456
2028	11268.621	469.526
2035	13400.959	558.373

II.4.2 Débit maximal horaire

Le débit maximal horaire utilisé pour les calculs du réseau de distribution, ce débit donné par la formule suivante:

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} \times Q_{\text{moy},h} \dots\dots\dots(\text{II.6})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},h}$: débit moyen horaire en m^3/h .
- $K_{\max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire.

Ce coefficient d'irrégularité représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée, il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients: r_{\max} et S_{\max} ; tel que :

$$K_{\max,h} = r_{\max} \times S_{\max} \dots\dots\dots(\text{II.7})$$

Avec :

r_{\max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de **1,2** à **1,5** et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend **$r_{\max} = 1,3$** .

S_{\max} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau suivant nous donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II-16: Variation du coefficient r_{\max}

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
r_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,1

Tableau II-17 : Débit maximal horaire.

Horizon	$Q_{moy,h}$ (m ³ /h)	max	max	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$ (m ³ /h)
2014	281.985	1,3	1,15	1,495	421.568
2021	335.456	1,3	1,15	1,495	501.507
2028	469.526	1,3	1,15	1,495	701.941
2035	558.373	1,3	1,13	1,469	820.25

II.4.3 Débit minimal horaire

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

- Avec :
- $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire en m³/h .
 - $K_{min,h}$: Coefficient d'irrégularité minimal horaire.

Coefficient d'irrégularité minimal horaire

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire qui nous permet d'évaluer le fonctionnement de notre réseau du point de vue pression dans le réseau:

$$K_{min,h} = r_{min} \times S_{min} \dots\dots\dots (II.9)$$

Avec : r_{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**. Pour notre cas on prend : $r_{min} = 0,5$.

S_{min} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau suivant donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau II.18: Variation du coefficient r_{min}

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
r_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7

Tableau II-19 : Débit minimal horaire.

Horizon	$Q_{moy,h}$ (m^3/h)	min	min	$K_{min,h}$	$Q_{min,h}$ (m^3/h)
2014	281.985	0,5	0,6	0,3	84.6
2021	335.456	0,5	0,6	0,3	100.64
2028	469.526	0,5	0,6	0,3	140.858
2035	558.373	0,5	0,63	0,315	351.775

II.5 variation horaires de la consommation

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants (Annexe I).

Cette variation est exprimée en pourcentage par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on a les variantes (actuel, court terme et moyen terme) se trouve dans l'intervalle de 10001 à 50000 habitants et la variante long terme se dans l'intervalle de 50001 à 100000 habitants.

Le débit horaire est obtenu par la formule suivante :

$$Q_h = \frac{P\% * Q_{max,j}}{100} (m^3 / h) \dots\dots\dots(II.10)$$

- Q_h : Débit horaire nécessaire
- $Q_{max,j}$: Débit maximal journalière nécessaire
- P% : Pourcentage horaire

La répartition horaire des débits de consommation journalière pour l'horizon actuel à l'horizon 2035 de notre agglomération est indiquée dans les tableaux suivants :

Tableau II-20 : variation horaire de consommation à l'horizon actuel.

Heures	agglomération		abattoir		total		Cumulé	
	%	Q (m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)
0-1	1,5	101,3196			1,50	101,3196	1,5	101,3196
1-2	1,5	101,3196			1,50	101,3196	3	202,6392
2-3	1,5	101,3196			1,50	101,3196	4,5	303,9588
3-4	1,5	101,3196			1,50	101,3196	6	405,2784
4-5	2,5	168,866			2,50	168,866	8,5	574,1444
5-6	3,5	236,4124			3,50	236,4124	12	810,5568
6-7	4,5	303,9588			4,50	303,9588	16,5	1114,5156
7-8	5,5	371,5052			5,50	371,5052	22	1486,0208
8-9	6,25	422,165	10	1,3	6,26	423,465	28,26	1909,4858
9-10	6,25	422,165	10	1,3	6,26	423,465	34,52	2332,9508
10-11	6,25	422,165	10	1,3	6,26	423,465	40,78	2756,4158
11-12	6,25	422,165	10	1,3	6,26	423,465	47,04	3179,8808
12-13	5	337,732	10	1,3	5,01	339,032	52,05	3518,9128
13-14	5	337,732	10	1,3	5,01	339,032	57,06	3857,9448
14-15	5,5	371,5052	10	1,3	5,51	372,8052	62,57	4230,75
15-16	6	405,2784	10	1,3	6,01	406,5784	68,58	4637,3284
16-17	6	405,2784	10	1,3	6,01	406,5784	74,59	5043,9068
17-18	5,5	371,5052	10	1,3	5,51	372,8052	80,1	5416,712
18-19	5	337,732			4,98	337,732	85,08	5754,444
19-20	4,5	303,9588			4,48	303,9588	89,56	6058,4028
20-21	4	270,1856			3,98	270,1856	93,54	6328,5884
21-22	3	202,6392			2,98	202,6392	96,52	6531,2276
22-23	2	135,0928			1,99	135,0928	98,51	6666,3204
23-24	1,5	101,3196			1,49	101,3196	100	6767,64
Total	100	6754,64	100	13	100,00	6767,64		

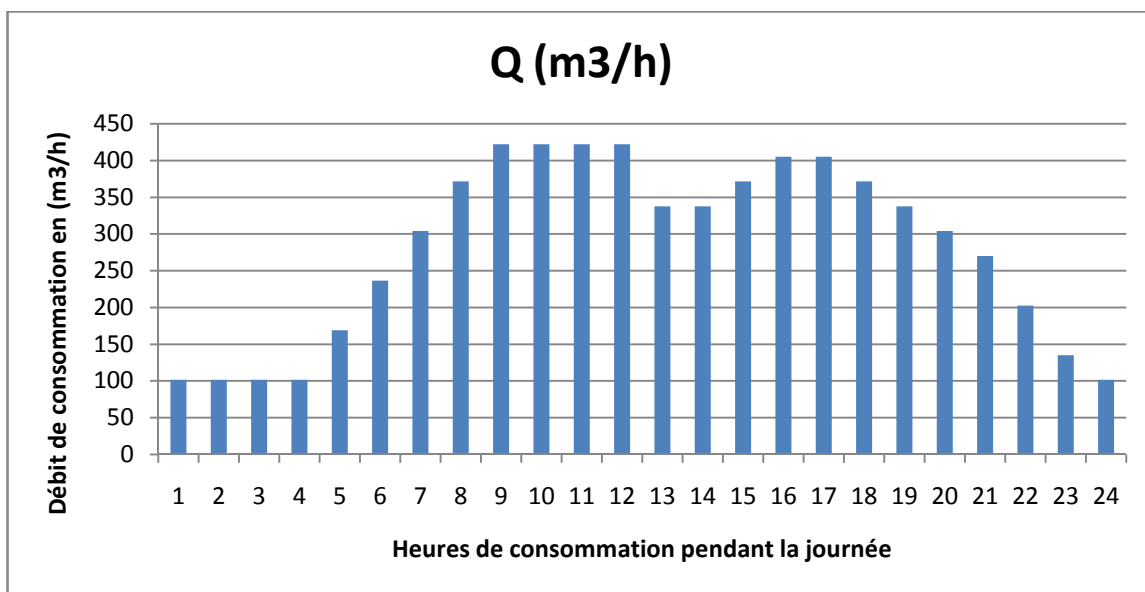


Figure II-2 : diagramme représente la variation horaire de consommation actuelle.

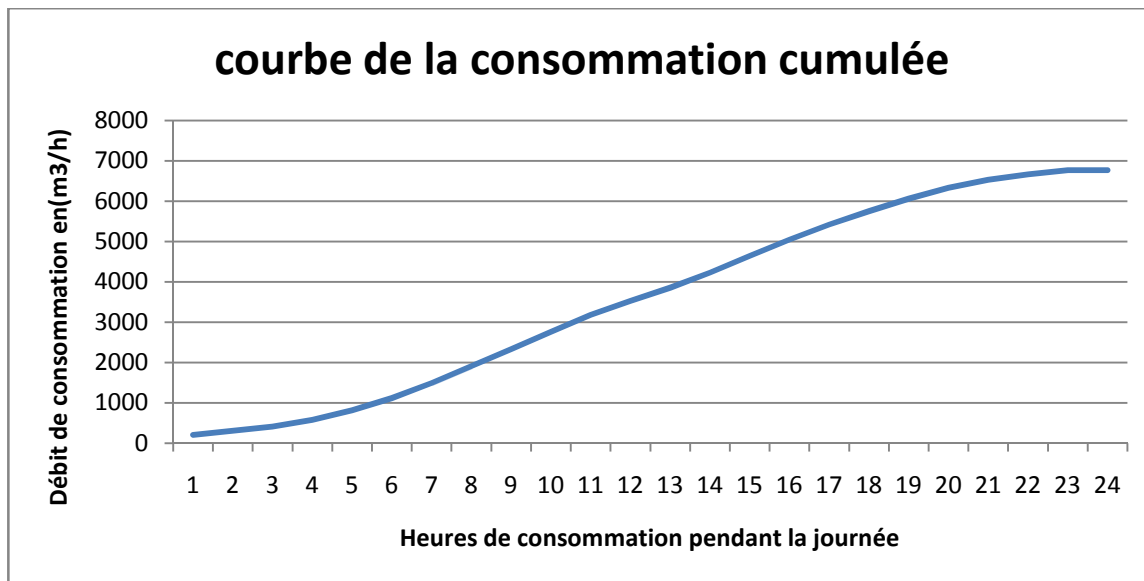


Figure II-3 : graphe représente le cumulé de consommation horaire.

Tableau II-21 : variation horaire de la consommation à l'horizon 2021.

Heures	Agglomération		Abattoir		Total		Cumulé	
	%	Q (m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)
0-1	1,5	120,5691			1,50	120,5691	1,5	120,5691
1-2	1,5	120,5691			1,50	120,5691	3	241,1382
2-3	1,5	120,5691			1,50	120,5691	4,5	361,7073
3-4	1,5	120,5691			1,50	120,5691	6	482,2764
4-5	2,5	200,9485			2,50	200,9485	8,5	683,2249
5-6	3,5	281,3279			3,50	281,3279	12	964,5528
6-7	4,5	361,7073			4,50	361,7073	16,5	1326,2601
7-8	5,5	442,0867			5,50	442,0867	22	1768,3468
8-9	6,25	502,37125	10	1,3	6,26	503,67125	28,26	2272,0181
9-10	6,25	502,37125	10	1,3	6,26	503,67125	34,52	2775,6893
10-11	6,25	502,37125	10	1,3	6,26	503,67125	40,78	3279,3606
11-12	6,25	502,37125	10	1,3	6,26	503,67125	47,04	3783,0318
12-13	5	401,897	10	1,3	5,01	403,197	52,05	4186,2288
13-14	5	401,897	10	1,3	5,01	403,197	57,06	4589,4258
14-15	5,5	442,0867	10	1,3	5,51	443,3867	62,57	5032,8125
15-16	6	482,2764	10	1,3	6,01	483,5764	68,58	5516,3889
16-17	6	482,2764	10	1,3	6,01	483,5764	74,59	5999,9653
17-18	5,5	442,0867	10	1,3	5,51	443,3867	80,01	6443,352
18-19	5	401,897			4,98	401,897	85,08	6845,249
19-20	4,5	361,7073			4,48	361,7073	89,56	7206,9563
20-21	4	321,5176			3,98	321,5176	93,54	7528,4739
21-22	3	241,1382			2,98	241,1382	96,52	7769,6121
22-23	2	160,7588			1,99	160,7588	98,51	7930,3709
23-24	1,5	120,5691			1,49	120,5691	100	8050,94
Total	100	8037,94	100	13	100,00	8050,94		

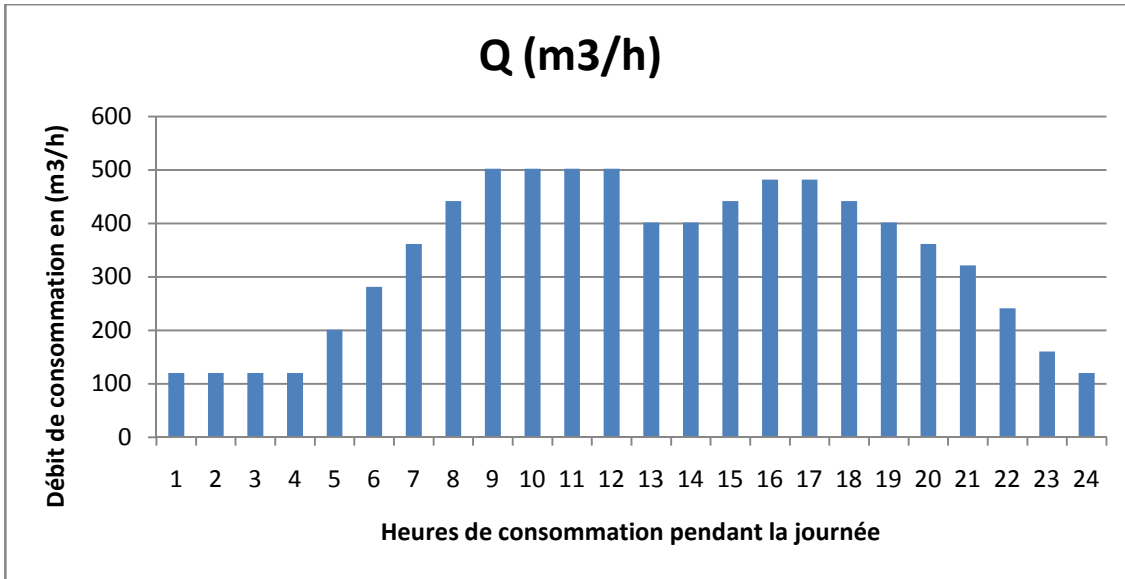


Figure II-4 : diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2021.

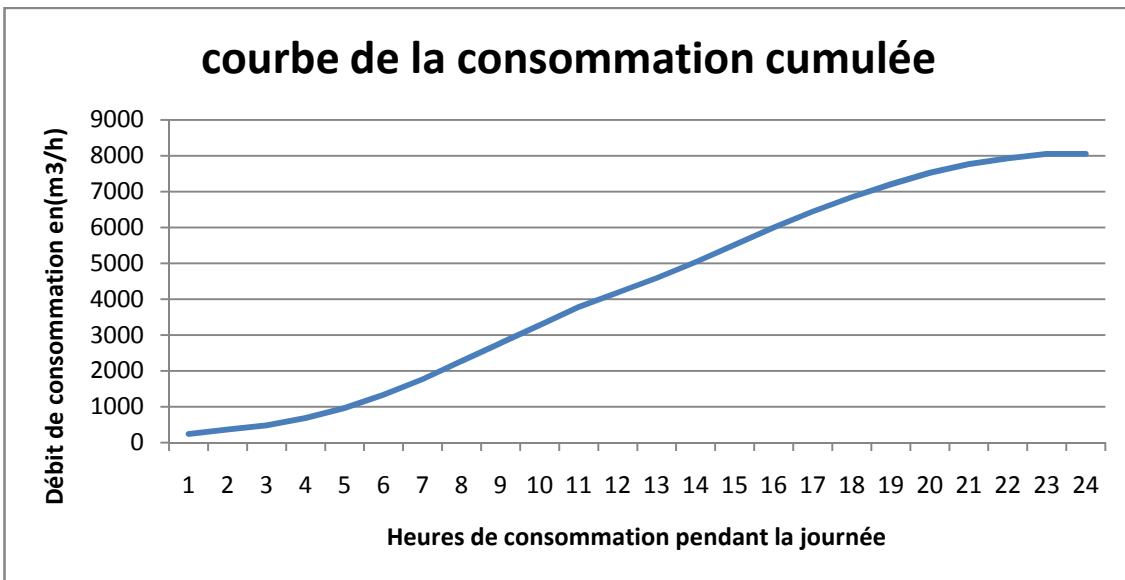


Figure II-5 : graphe représente la cumulé de consommation horaire.

Tableau II-22 : variation horaire de la consommation à l'horizon 2028.

heures	Agglomération		Abattoir		Total		Cumulé	
	%	Q (m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)
0-1	1,5	168,8343			1,50	168,8343	1,5	168,8343
1-2	1,5	168,8343			1,50	168,8343	3	337,6686
2-3	1,5	168,8343			1,50	168,8343	4,5	506,5029
3-4	1,5	168,8343			1,50	168,8343	6	675,3372
4-5	2,5	281,3905			2,50	281,3905	8,5	956,7277
5-6	3,5	393,9467			3,50	393,9467	12	1350,6744
6-7	4,5	506,5029			4,50	506,5029	16,5	1857,1773
7-8	5,5	619,0591			5,50	619,0591	22	2476,2364
8-9	6,25	703,47625	10	1,3	6,26	704,77625	28,26	3181,0127
9-10	6,25	703,47625	10	1,3	6,26	704,77625	34,52	3885,7889
10-11	6,25	703,47625	10	1,3	6,26	704,77625	40,78	4590,5652
11-12	6,25	703,47625	10	1,3	6,26	704,77625	47,04	5295,3414
12-13	5	562,781	10	1,3	5,01	564,081	52,05	5859,4224
13-14	5	562,781	10	1,3	5,01	564,081	57,06	6423,5034
14-15	5,5	619,0591	10	1,3	5,51	620,3591	62,57	7043,8625
15-16	6	675,3372	10	1,3	6,01	676,6372	68,52	7720,4997
16-17	6	675,3372	10	1,3	6,01	676,6372	74,59	8397,1369
17-18	5,5	619,0591	10	1,3	5,51	620,3591	80,01	9017,496
18-19	5	562,781			4,98	562,781	85,08	9580,277
19-20	4,5	506,5029			4,48	506,5029	89,56	10086,78
20-21	4	450,2248			3,98	450,2248	93,54	10537,005
21-22	3	337,6686			2,98	337,6686	96,52	10874,673
22-23	2	225,1124			1,99	225,1124	98,51	11099,786
23-24	1,5	168,8343			1,49	168,8343	100	11268,62
total	100	11255,62	100	13	100,00	11268,62		

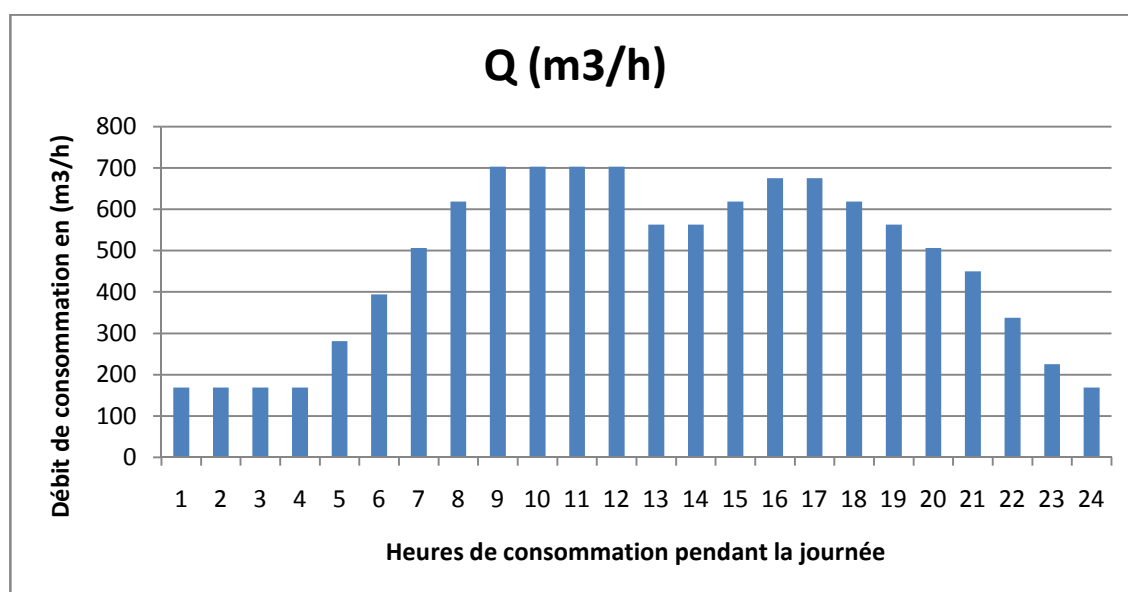


Figure II-6 : diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2028.

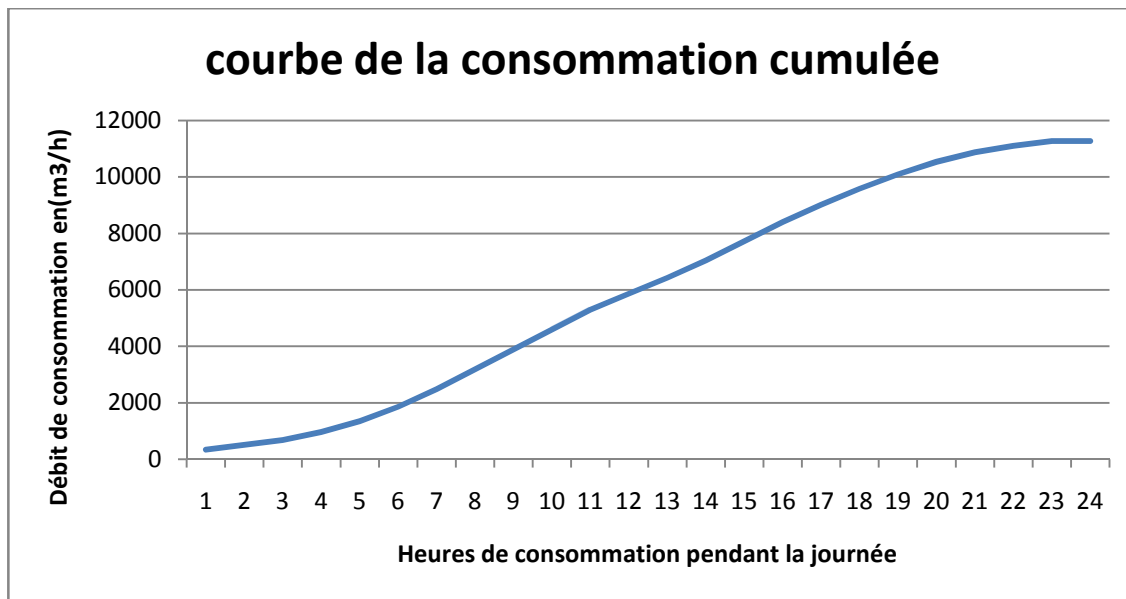


Figure II-7 : graphe représente la cumulé de consommation horaire.

Tableau II-23 : variation horaire de la consommation à l’horizon 2035.

Heures	Agglomération		Abattoir		Total		Cumulé	
	%	Q (m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)	%	Q(m3/h)
0-1	3	401,6385			3,000	401,6385	3	401,6385
1-2	3,2	428,4144			3,200	428,4144	6,2	830,0529
2-3	2,5	334,69875			2,500	334,69875	8,7	1164,7517
3-4	2,6	348,0867			2,600	348,0867	11,3	1512,8384
4-5	3,5	468,57825			3,500	468,57825	14,8	1981,4166
5-6	4,1	548,90595			4,100	548,90595	18,9	2530,3226
6-7	4,5	602,45775			4,500	602,45775	23,4	3132,7803
7-8	4,9	656,00955			4,900	656,00955	28,3	3788,7899
8-9	4,9	656,00955	10	1,3	4,910	657,30955	33,21	4446,0994
9-10	5,6	749,7252	10	1,3	5,610	751,0252	38,82	5197,1246
10-11	4,8	642,6216	10	1,3	4,810	643,9216	43,63	5841,0462
11-12	4,7	629,23365	10	1,3	4,710	630,53365	48,34	6471,5799
12-13	4,4	589,0698	10	1,3	4,410	590,3698	52,75	7061,9497
13-14	4,1	548,90595	10	1,3	4,110	550,20595	56,86	7612,1556
14-15	4,2	562,2939	10	1,3	4,210	563,5939	61,07	8175,7495
15-16	4,4	589,0698	10	1,3	4,410	590,3698	65,48	8766,1193
16-17	4,3	575,68185	10	1,3	4,310	576,98185	69,79	9343,1012
17-18	4,1	548,90595	10	1,3	4,110	550,20595	73,9	9893,3071
18-19	4,5	602,45775			4,480	602,45775	78,38	10495,765
19-20	4,5	602,45775			4,480	602,45775	82,86	11098,223
20-21	4,5	602,45775			4,480	602,45775	87,34	11700,68
21-22	4,8	642,6216			4,780	642,6216	92,12	12343,302
22-23	4,6	615,8457			4,590	615,8457	96,71	12959,148
23-24	3,3	441,80235			3,290	441,80235	100	13400,95
total	100	13387,95	100	13	100,000	13400,95		

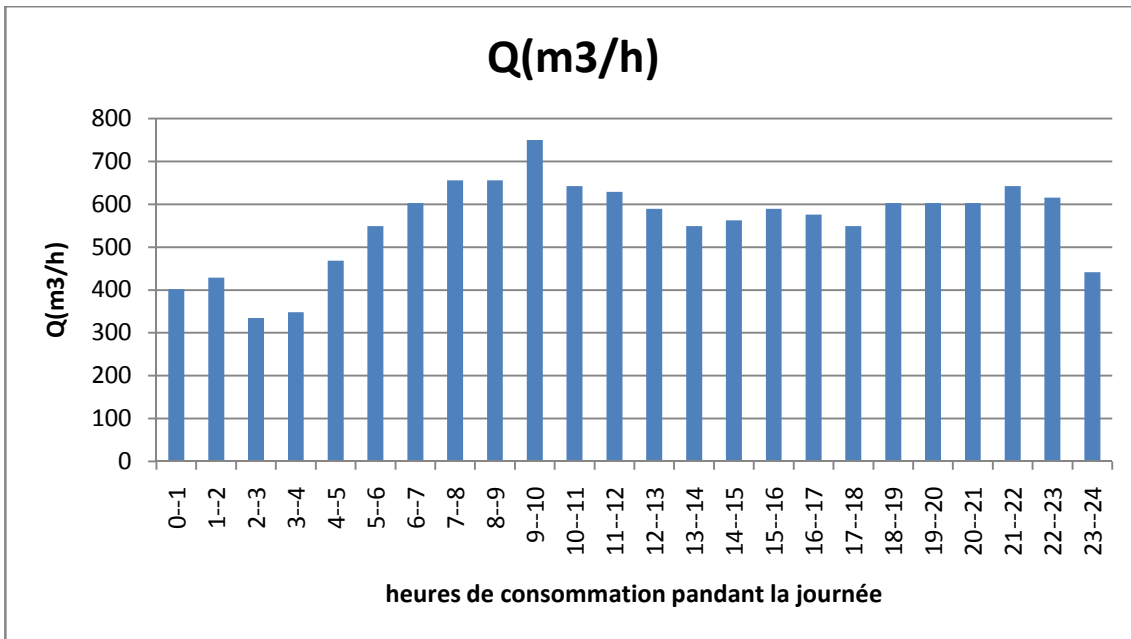


Figure II-8 : diagramme représente la variation horaire de consommation à l'horizon 2035.

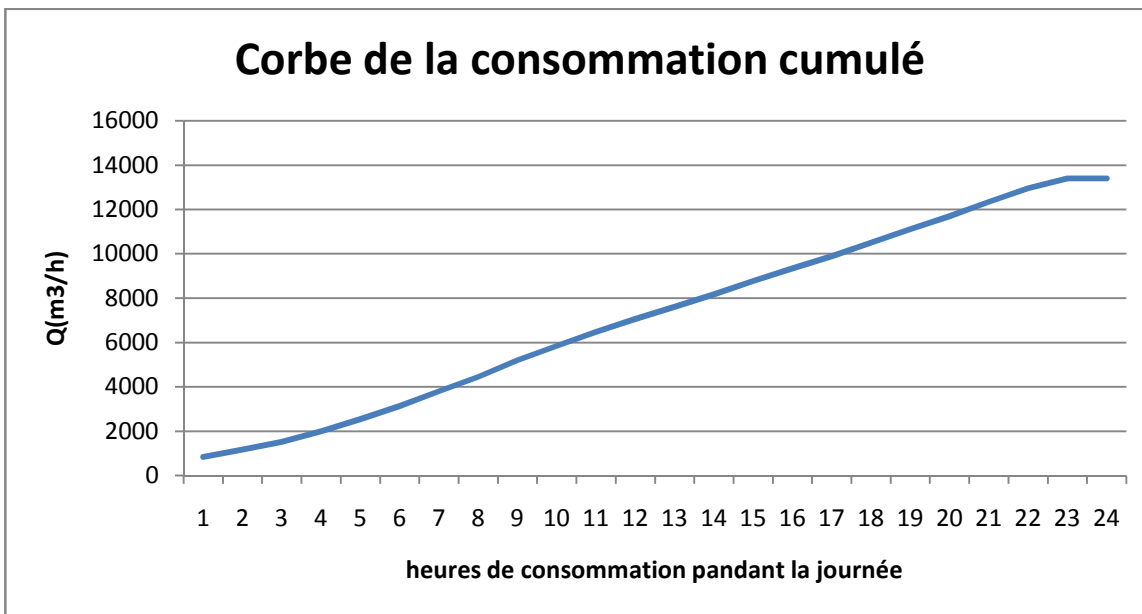


Figure II-9 : graphe représente le cumulé de consommation horaire.

II.6 Bilan ressource /besoins

On a établi un bilan entre la consommation et la production journalier dans la ville elmahmel pour les différents horizons d'étude.

Le bilan ressources/besoins pour différents horizons est représenté dans le tableau ci-après :

Tableau II-24 : bilan ressources/besoins.

Désignation	Actuel	2021	2028	2035
Consommation journalier (m ³ /j)	6767.644	8050.939	11268.621	13400.959
Production des forages (m ³ /j)	907,2			
Production de transfert (m ³ /j)	2500.14			
Production total (m ³ /j)	3407,34			
Déficit (m ³ /j)	3360,304	4643,599	7861,281	9993,619

Remarque

Nous remarquons que la ressource existante ne satisfait pas les besoins de l'agglomération.

II.7 Evaluation des besoins de stockage

Le rôle des réservoirs faire un équilibre entre la production qui est uniforme dans le temps et la distribution qui est variable dans le temps.

La capacité des réservoirs est calculée pour satisfaire aux variations journalières du débit de consommation.

C.à.d :

- Assurer la continuité de la distribution pendant l'heur de pointe et l'heur de l'arrêt de la pompe.
- Assurer la réserve d'incendie.

Pour estimer la capacité d'un réservoir on recourt soit à la méthode analytique soit à la méthode graphique. Dans ce projet on a utilisé la méthode analytique qui exige deux régimes distincts :

- Le premier régime est le régime de consommation de notre agglomération caractérisé par la courbe de consommation.
- Le deuxième régime est le régime d'apport d'eau à partir de la source vers les réservoirs, nous avons fixé un régime de pompage 20 heure.

Le volume utile du réservoir est donné par la relation suivante :

$$V_u = \frac{a\% \times Q_{\max,j}}{100} \dots\dots\dots(II.11)$$

- $a\%$: Représente le maximum des restes de $Q_{\max,j}$ en pourcentage.
- $Q_{\max,j}$: Débit maximum journalier (m^3/j).

La réserve d'incendie est la réserve minimale d'eau nécessaire pour l'extinction d'un sinistre moyen d'une durée de deux heures avec un débit moyen de $60m^3/h$, en conséquence cette réserve minimale à prévoir est de $120 m^3$.

Alors le volume total du réservoir serait le suivant :

$$V_t = V_u + V_{inc} \dots\dots\dots(II.12)$$

Tableau II-25 : détermination de la capacité de stockage à l'état actuel.

Heure	Consommation De l'eau en %	Refoulement de l'eau en %	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau au réservoir	
0—1	1.5	0	-	1.5	8.60
1--2	1.5	0	-	1.5	7.1
2—3	1.5	0	-	1.5	5.6
3—4	1.5	0	-	1.5	4.1
4—5	2.5	5	2.5	-	6.6
5—6	3.5	5	1.5	-	8.1
6—7	4.5	5	0.5	-	8.6
7—8	5.5	5	-	0.5	8.1
8—9	6.26	5	-	1.26	8.84
9—10	6.26	5	-	1.26	5.58
10—11	6.26	5	-	1.26	4.32
11—12	6.26	5	-	1.26	3.06
12—13	5.01	5	-	0.01	3.05
13—14	5.01	5	-	0.01	3.04
14—15	5.51	5	-	0.51	2.53
15—16	6.01	5	-	1.01	1.52
16—17	6.01	5	-	1.01	0.51
17—18	5.51	5	-	0.51	0
18—19	4.98	5	0.02	-	0.02
19—20	4.48	5	0.52	-	0.54
20—21	3.98	5	1.02	-	1.56
21—22	2.98	5	2.02	-	3.58
22—23	1.99	5	3.05	-	6.59
23—24	1.49	5	3.51	-	10.01

Tableau II-26: détermination de la capacité de stockage à l'horizon 2035.

Heure	Consommation de l'eau en %	Refoulement de l'eau en %	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau au réservoir	
0—1	3	0	-	3	8.3
1—2	3.2	0	-	3.2	5.1
2—3	2.5	0	-	2.5	2.5
3—4	2.6	0	-	2.6	0
4—5	3.5	5	1.5	-	1.5
5—6	4.1	5	0.9	-	2.4
6—7	4.5	5	0.5	-	2.9
7—8	4.9	5	0.1	-	3
8—9	4.91	5	0.09	-	3.09
9—10	5.91	5	-	0.61	2.48
10—11	4.81	5	0.19	-	2.67
11—12	4.71	5	0.29	-	2.96
12—13	4.41	5	0.59	-	3.55
13—14	4.11	5	0.89	-	4.44
14—15	4.21	5	0.79	-	5.23
15—16	4.41	5	0.59	-	5.82
16—17	4.31	5	0.69	-	6.51
17—18	4.11	5	0.89	-	7.4
18—19	4.48	5	0.52	-	7.92
19—20	4.48	5	0.52	-	8.44
20—21	4.48	5	0.52	-	8.96
21—22	4.78	5	0.22	-	9.18
22—23	4.59	5	0.41	-	9.59
23—24	3.29	5	1.71	-	11.3

➤ Le résultat de calcul du volume total de stockage pour l'horizon actuel (2014) est :

$$V_u = \frac{10,01 \times 6767,644}{100} = 677,442 m^3$$

$$V_t = V_u + V_{in} = 677,442 + 120 = 797.442 m^3.$$

Après la normalisation de volume totale on a trouvée que la capacité de stockage nécessaire à l'horizon actuel est de 1000m³.

➤ Le résultat de calcul du volume total de stockage pour l'horizon 2035.

$$V_u = \frac{11,3 \times 13400,959}{100} = 1514,31 m^3$$

$$V_t = V_u + V_{in} = 1514,31 + 120 = 1634,31 m^3.$$

Après la normalisation de volume totale on a trouvé que la capacité de stockage nécessaire à l'horizon 2035 est de 2000 m³.

II.8 Bilan de stockage

On a établi un bilan entre la capacité du stockage en eau potable disponible dans la ville elmahmel et celle du stockage nécessaire à court terme, moyen et à long terme, les résultats dans le tableau suivant :

Tableau II-27 : bilan de stockage.

Année	Stockage nécessaire (m ³)	Stockage existant (m ³)	Surplus (m ³)	Déficit (m ³)
2014	1000	3000	2000	-
2021	1000	3000	2000	-
2028	1000	3000	2000	-
2035	2000	3000	1000	-

Conclusion

Après l'évaluation des besoins en eau de la ville elmahmel, et vérifier la capacité de stockage pour les différents horizons permettent dire que le stockage existant est satisfait.

CHAPITRE III

SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DU

RESEAU EXISTANT

Introduction

Le but de ce chapitre est de faire une simulation du comportement hydraulique du réseau de distribution avec logiciel WATER CAD.

WATER CAD est un logiciel qui détermine les vitesses et les pressions dans le réseau, les données nécessaires pour lancer le programme WATER CAD incluent une description des éléments du réseau tels que ; longueur des conduites, le diamètre, coefficient de frottement, demande au nœud et l'altitude, et l'élévation du réservoir.

WATER CAD accepte n'importe quel réseau ;(maillé, combiné ou complètement ramifié).

_ Première principe : Pour le même nœud la somme des débits entrants égale à la somme des débits sortants.

_ Deuxième principe : la somme algébrique des pertes de charge dans une maille est nulle.

Nous allons résumer la méthode de calcul en quelques étapes, Une fois que les débits vérifiant les conditions ci-dessus sont déterminés ;

- Pour calculer les pertes de charge pour chaque conduite ; on utilise l'équation d'HAZEN WILLIAMS pour calculer les pertes de charge linéaire, cette équation est donnée par

$$\Delta H = 10,679 \times \frac{L \times Q^\alpha}{C_{HW}^\beta \times D^5} \dots (m) \dots \dots \dots (III.1)$$

Avec :

$\alpha = 1,8$ à 2 : Dépend du régime d'écoulement.

$\beta = 4,871$: Dépend du matériau de la conduite.

C_{HW} : Coefficient de HAZEN WILLIAMS qui dépend de la rugosité.

Tableau III-1: Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS C_{HW} en fonction de matériaux des conduites.

Matériaux	PVC	Acier	PEHD	Amiante ciment	Fonte
C_{HW}	150	100	160	140	130

III.1 Calcul hydraulique du réseau existant

Le système d'alimentation en eau potable existant dans la ville ELMAHMEL est un système de réservoir de tête, donc la simulation de fonctionnement du réseau de distribution se fera pour les cas les plus usuels qui sont (le cas de pointe et le cas de pointe + incendie).

Le calcul hydraulique du réseau est basé sur deux hypothèses principales :

- Apport du réseau de distribution 24H/24H.
- Consommation de débit est uniforme le long de la conduite.

III.1.1 Détermination des débits (routes et nœuds)

La détermination des débits dans un réseau s'effectue de la manière suivante :

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe.
- On détermine le débit spécifique.

III.1.1.1 Cas de pointe

D'après le tableau II-20 (chapitre II) de la consommation horaire de notre agglomération, on constate que la pointe est entre 08h et 12h :

$$Q_{pte} = 423,465 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Q_{pte}: Débit de Pointe de consommation.

❖ Débit route

Le débit route est estimé de la manière suivante :

$$Q_{rte} = Q_{pte} - Q_{cc} \dots\dots\dots(III.3)$$

Avec: $Q_{cc} = Q_{abb} = 1,3 \text{ m}^3/\text{j}$.

$$\begin{aligned} \text{Donc : } Q_{rte} &= Q_{pte} - Q_{cc} = Q_{pte} - Q_{abb} = 423,465 - 1,3 = 422,165 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 117,27 \text{ L/s} \end{aligned}$$

❖ Débit spécifique

$$q_{sp} = Q_{route} / L \quad \dots\dots\dots(III.4)$$

Avec :

L_i : La somme des longueurs des tronçons qui assurent le service en route.

$L_i = 24584,4864$ ml.

Application numérique : $q_{sp} = \frac{117,27}{24584,4864} = 0,00477 L / s \times ml$

III.1.1.1 Calcul du Débit pour chaque tronçon

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte,i} = q_{sp} \times L_i \quad \dots\dots\dots(III.5)$$

Avec: q_{sp} : Débit spécifique en l/s.ml

L_i : Longueur du tronçon de l'ordre i en(m).

III.1.1.2 Calcul du Débit nodal

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 * Q_r + Q_{cc} \quad \dots\dots\dots(III.6)$$

Où : Q_{ni} : Débit au nœud.

Q_r : Somme des débits en route des tronçons reliant au nœud i.

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs des débits routes et débit nodal dans notre réseau :

Tableau III-2 : calcul des débits nodaux du réseau actuel.

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
1	2	296,2296	0,00477	1,41302	0,70651	-	0,70651
2	2	296,2296		1,41302	5,22313	-	5,22313
	3	1698,6242		8,10244			
3	5	195,1389		0,93081	5,21322	-	5,21322
	3	1698,6242		8,10244			
4	4	487,2128		2,32401	1,16200	-	1,16200
	4	487,2128		2,32401			
5	5	195,1389		0,93081	0,74915	-	0,74915
	6	21,994		0,10491			
	8	96,9755		0,46257			
6	6	21,994		0,10491	0,15738	-	0,15738
	7	43,9944		0,20985			
7	7	43,9944		0,20985	0,10493	-	0,10493
	8	96,9756		0,46257			
8	9	434,0774		2,07055	1,43347	-	1,43347
	10	69,9835		0,33382			
9	9	434,0774		2,07055	1,03527	-	1,03527
	10	69,9835		0,33382			
10	10	69,9835		0,33382	3,24236	-	3,24236
	11	1289,4985		6,15091			
11	11	1289,4985	6,15091	5,96341	-	5,96341	
	12	42,5653	0,20304				
	13	1168,3163	5,57287				
12	12	42,5653	0,20304	0,10152	-	0,10152	
	13	1168,3163	5,57287				
13	14	57,8132	0,27577	3,30746	-	3,30746	
	15	160,6459	0,76628				
	40	163,8477	0,78155				
	14	57,8332	0,27586				
14	14	57,8332	0,27586	0,13793	-	0,13793	
	15	160,6459	0,76628				
	15	252,1085	1,20256				
15	55	106,3701	0,50739	1,23811	-	1,23811	
	16	252,4085	1,20399				
16	17	53,0964	0,25327	1,47981	-	1,47981	
	26	314,9593	1,50236				
	17	53,0964	0,25327				
17	17	53,0964	0,25327	0,41908	0,36111	0,78019	
	18	122,6204	0,58490				

Tableau III-3 : calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
18	18	122,6204	0,00477	0,58490	1,03765	-	1,03765
	19	165,227		0,78813			
	23	147,2242		0,70226			
19	19	165,227		0,78813	1,02653	-	1,02653
	20	265,1831		1,26492			
20	20	265,1831		1,26492	1,14382	-	1,14382
	21	158,2875		0,75503			
	25	56,1189		0,26769			
21	21	158,2875		0,75503	0,64315	-	0,64382
	22	111,3786		0,53128			
22	22	111,3786		0,53128	0,98023	-	0,98023
	23	147,2242		0,70226			
	24	152,3955		0,72693			
23	24	152,3955		0,72693	0,36346	-	0,36346
24	25	56,1189		0,26769	0,13384	-	0,13384
25	26	314,9593		1,50236	1,52527	-	1,52527
	59	57,9709		0,27652			
	61	266,5953		1,27166			
26	28	592,7318		2,82733	1,49152	-	1,49152
	62	32,6454		0,15572			
27	29	147,6091		0,70410	2,24868	-	2,24868
	138	202,5031		0,96594			
	28	592,7318		2,82733			
28	29	147,6091		0,70410	0,86761	-	0,86761
	30	216,17		1,03113			
29	30	216,17		1,03113	1,19615	-	1,19615
	31	285,3622		1,36118			
30	31	285,3622		1,36118	2,63889	-	2,63889
	32	321,1683		1,53197			
	154	499,921		2,38462			
31	32	321,1683		1,53197	0,97035	-	0,97035
	33	85,6868		0,40873			
32	33	85,6868		0,40873	1,27980	-	1,27980
	34	450,9177	2,15088				
33	34	450,9177	2,15088	1,07544	-	1,07544	
34	38	242,4752	1,15661	1,82534	-	1,82534	
	39	188,2557	0,89798				
	56	334,6088	1,59608				
35	38	242,4752	1,15661	0,57830	-	0,57830	
36	39	188,2557	0,89798	0,44899	-	0,44899	

Tableau III-4 : calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
37	40	163,8477	0,00477	0,78155	0,54995	-	0,54995
	41	66,7377		0,31834			
38	41	66,7377		0,31834	0,97267	-	0,97267
	42	341,0905		1,62700			
	141	336,6122		1,60564			
39	42	341,0905		1,62700	1,61644	-	1,61644
	43	61,6814		0,29422			
	146	244,8613		1,16799			
	46	30,1215		0,14368			
40	43	61,6814		0,29422	0,72058	-	0,72058
	44	83,4138		0,39788			
	45	157,0329		0,74905			
41	44	83,4138		0,39788	0,19894	-	0,19894
42	45	157,0329		0,74905	0,37452	-	0,37452
43	46	30,1215		0,14368	0,30052	-	0,30052
	47	95,8808		0,45735			
44	47	95,8808		0,45735	0,78371	-	0,78371
	48	32,0988		0,15311			
	49	200,6189		0,95695			
45	48	32,0988		0,15311	0,07656	-	0,07656
46	50	58,1131		0,27720	0,88974	-	0,88974
	49	200,6189		0,95695			
	51	114,3242		0,54533			
47	50	58,1131		0,27720	0,13860	-	0,13860
48	51	114,3242		0,54533	0,27266	-	0,27266
49	147	15,7234		0,07500	0,44838	-	0,44838
	53	172,2752		0,82175			
50	53	172,2752		0,82175	0,69519	-	0,69519
	54	119,2084		0,56862			
51	54	119,2084		0,56862	0,28431	-	0,28431
52	55	106,3701		0,50739	1,36945	-	1,36945
	56	334,6088		1,59608			
	57	133,2122	0,63542				
53	57	133,2122	0,63542	0,69613	-	0,69613	
	58	158,6661	0,75684				
54	58	158,6661	0,75684	0,37842	-	0,37842	
55	59	57,9709	0,27652	0,39990	-	0,39990	
	60	109,7034	0,52329				
56	60	109,7034	0,52329	0,26164	-	0,26164	
57	61	266,5953	1,27166	0,73397	-	0,73397	
	62	32,6454	0,15572				
	63	8,5029	0,04056				

Tableau III-5: calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
58	63	8,5029	0,00477	0,04056	0,37630	-	0,37630
	64	59,4248		0,28346			
	107	89,8499		0,42858			
59	64	59,4248		0,28346	0,40495	-	0,40495
	65	58,8325		0,28063			
	92	51,5334		0,24581			
60	65	58,8325		0,28063	0,32446	-	0,32446
	66	77,2075		0,36828			
61	66	77,2075		0,36828	0,56088	-	0,56088
	67	96,4366		0,46000			
	89	61,5271		0,29348			
62	67	96,4366		0,46000	0,44399	-	0,44399
	171	84,0901		0,40111			
	68	5,6341		0,02687			
63	68	5,6341		0,02687	0,10894	-	0,10894
	142	3,3418		0,01594			
	69	36,6999		0,17506			
64	69	36,6999		0,17506	0,49684	-	0,49684
	70	134,1944		0,64011			
	71	37,4246		0,17852			
65	70	134,1944		0,64011	0,32005	-	0,32005
66	71	37,4246		0,17852	1,02158	-	1,02158
	87	127,2952		0,60720			
	72	263,6152		1,25744			
67	72	293,6152		1,40054	1,17382	-	1,17382
	73	167,4059		0,79853			
	76	31,1451		0,14856			
68	73	167,4059		0,79853	0,47047	-	0,47047
	74	29,8548		0,14241			
69	74	29,8548		0,14241	0,54284	-	0,54284
	75	167,8946	0,80086				
	86	29,8553	0,14241				
70	75	167,8946	0,80086	0,54801	-	0,54801	
	76	31,1451	0,14856				
	77	30,7341	0,14660				
71	77	30,7341	0,14660	0,66787	-	0,66787	
	78	80,9084	0,38593				
72	85	168,3862	0,80320	0,77587	-	0,77587	
	78	80,9084	0,38593				
	79	91,1929	0,43499				
	83	153,2129	0,73083				

Tableau III-6: calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)																																																																																																																																																																																								
73	79	91,1929	0,00477	0,43499	0,48244	-	0,48244																																																																																																																																																																																								
	80	111,0883		0,52989				74	80	111,0883	0,52989	0,49368	-	0,49368	81	95,9054	0,45747	75	81	95,9054	0,45747	0,57063	-	0,57063	82	143,3529	0,68379	76	82	143,3529	0,68379	0,86259	-	0,86259	83	153,2129	0,73083	84	65,1074	0,31056	77	84	65,1074	0,31056	0,62809	-	0,62809	85	168,3862	0,80320	86	29,8553	0,14241	78	87	127,2952	0,60720	0,54717	-	0,54717	88	102,1282	0,48715	79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164	93	109,7898	0,52370	82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989
74	80	111,0883		0,52989	0,49368	-	0,49368																																																																																																																																																																																								
	81	95,9054		0,45747				75	81	95,9054	0,45747	0,57063	-	0,57063	82	143,3529	0,68379	76	82	143,3529	0,68379	0,86259	-	0,86259	83	153,2129	0,73083		84	65,1074	0,31056				77	84	65,1074	0,31056	0,62809	-		0,62809	85	168,3862				0,80320	86	29,8553	0,14241	78	87	127,2952	0,60720	0,54717	-	0,54717	88	102,1282	0,48715	79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90		171,695	0,81899	0,91216				-	0,91216	91	100,9724	0,48164	93	109,7898	0,52370	82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92		51,5334	0,24581	83				93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947		94	72,9291	0,34787				136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664		96	190,138	0,90696				86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-		0,95431	99	77,8545				0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98		218,2962	1,04127	0,52064				-	0,52064	89	99	77,8548
75	81	95,9054		0,45747	0,57063	-	0,57063																																																																																																																																																																																								
	82	143,3529		0,68379				76	82	143,3529	0,68379	0,86259	-	0,86259	83	153,2129	0,73083		84	65,1074	0,31056				77	84	65,1074	0,31056	0,62809	-	0,62809	85	168,3862	0,80320		86	29,8553	0,14241			78		87	127,2952	0,60720	0,54717	-	0,54717	88	102,1282	0,48715	79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164		93	109,7898	0,52370	82		91	100,9724	0,48164			0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136		156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787				0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85		95	18,0972	0,08632				0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88		98	218,2962	1,04127			0,52064		-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577		-	0,66577
76	82	143,3529		0,68379	0,86259	-	0,86259																																																																																																																																																																																								
	83	153,2129		0,73083																																																																																																																																																																																											
	84	65,1074		0,31056				77	84	65,1074	0,31056	0,62809	-	0,62809	85	168,3862	0,80320	86	29,8553	0,14241	78	87	127,2952	0,60720	0,54717	-	0,54717	88	102,1282	0,48715	79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164	93	109,7898	0,52370	82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																													
77	84	65,1074		0,31056	0,62809	-	0,62809																																																																																																																																																																																								
	85	168,3862		0,80320																																																																																																																																																																																											
	86	29,8553		0,14241				78	87	127,2952	0,60720	0,54717	-	0,54717	88	102,1282	0,48715	79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164	93	109,7898	0,52370	82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422		103	53,8683	0,25695																																									
78	87	127,2952		0,60720	0,54717	-	0,54717																																																																																																																																																																																								
	88	102,1282		0,48715				79	88	102,1282	0,48715	0,24358	-	0,24358	80	89	61,5271	0,29348	0,55623	-	0,55623	90	171,695	0,81899	81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164		93	109,7898	0,52370				82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-		0,80947	94	72,9291				0,34787	136	156,68	0,74736	84	94		72,9291	0,34787	0,38788				-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348		-	0,45348	87				97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88		98	218,2962	1,04127				0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548		0,37137	0,77786	-				0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																												
79	88	102,1282		0,48715	0,24358	-	0,24358																																																																																																																																																																																								
80	89	61,5271		0,29348	0,55623	-	0,55623																																																																																																																																																																																								
	90	171,695		0,81899				81	90	171,695	0,81899	0,91216	-	0,91216	91	100,9724	0,48164	93	109,7898	0,52370	82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																					
81	90	171,695		0,81899	0,91216	-	0,91216																																																																																																																																																																																								
	91	100,9724		0,48164																																																																																																																																																																																											
	93	109,7898		0,52370				82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373	92	51,5334	0,24581	83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136	156,68	0,74736	84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422		103	53,8683	0,25695																																																																																	
82	91	100,9724	0,48164	0,36373	-	0,36373																																																																																																																																																																																									
	92	51,5334	0,24581				83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947	94	72,9291	0,34787	136		156,68	0,74736	84				94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788		95	18,0972	0,08632				135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786		0,49598	0,95431	-				0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-		0,52064	89	99				77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100		57,1048	0,27239	106				191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																									
83	93	109,7898	0,52370	0,80947	-	0,80947																																																																																																																																																																																									
	94	72,9291	0,34787																																																																																																																																																																																												
	136	156,68	0,74736				84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788	95	18,0972	0,08632	135	71,606	0,34156	85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																																																										
84	94	72,9291	0,34787	0,38788	-	0,38788																																																																																																																																																																																									
	95	18,0972	0,08632																																																																																																																																																																																												
	135	71,606	0,34156				85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664	96	190,138	0,90696	86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137	98	218,2962	1,04127	88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422		103	53,8683	0,25695																																																																																																																						
85	95	18,0972	0,08632	0,49664	-	0,49664																																																																																																																																																																																									
	96	190,138	0,90696				86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348	87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431	99	77,8545	0,37137		98	218,2962	1,04127				88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-		0,77786	100	57,1048				0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100		57,1048	0,27239	0,66577				-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																																																																					
86	96	190,138	0,90696	0,45348	-	0,45348																																																																																																																																																																																									
87	97	103,9786	0,49598	0,95431	-	0,95431																																																																																																																																																																																									
	99	77,8545	0,37137																																																																																																																																																																																												
	98	218,2962	1,04127				88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064	89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786	100	57,1048	0,27239	106	191,1885	0,91197	90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																																																																																																					
88	98	218,2962	1,04127	0,52064	-	0,52064																																																																																																																																																																																									
89	99	77,8548	0,37137	0,77786	-	0,77786																																																																																																																																																																																									
	100	57,1048	0,27239																																																																																																																																																																																												
	106	191,1885	0,91197				90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577	101	116,9789	0,55799	102	51,1989	0,24422	103	53,8683	0,25695																																																																																																																																																																									
90	100	57,1048	0,27239	0,66577	-	0,66577																																																																																																																																																																																									
	101	116,9789	0,55799																																																																																																																																																																																												
	102	51,1989	0,24422																																																																																																																																																																																												
	103	53,8683	0,25695																																																																																																																																																																																												

Tableau III-7 : calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
91	101	116,9789	0,00477	0,55799	0,27899	-	0,27899
92	102	51,193		0,24419	0,12210	-	0,12210
93	103	53,8683		0,25695	0,52591	-	0,52591
	104	49,055		0,23399			
	105	117,5852		0,56088			
94	104	49,055		0,23399	0,11700	-	0,11700
95	105	117,5852		0,56088	0,28044	-	0,28044
96	106	191,1882		0,91197	0,45598	-	0,45598
97	107	89,8499		0,42858	0,48723	-	0,48723
	108	6,1358		0,02927			
	137	108,3051		0,51662			
98	108	6,1358		0,02927	0,40370	-	0,40370
	109	30,4889		0,14543			
	126	132,6435		0,63271			
99	109	30,4889		0,14543	0,52761	-	0,52761
	110	41,5686		0,19828			
	117	149,1636		0,71151			
100	110	41,5686		0,19828	0,14100	-	0,14100
	111	17,549		0,08371	0,10899	-	0,10899
101	111	17,549		0,08371			
102	112	28,149		0,13427	0,44678	-	0,44678
	102	112		28,149			
103	113	159,0552		0,75869	0,52205	-	0,52205
	103	113		159,0552			
104	114	59,834		0,28541	0,64012	-	0,64012
	104	114		59,834			
105	115	208,5618		0,99484	1,36021	-	1,36021
	105	115		208,5618			
106	116	361,7582		1,72559	0,86279	-	0,86279
	106	116		361,7582			
107	117	149,1636		0,71151	0,35576	-	0,35576
	107	117		149,1636			
	107	118	53,3373	0,25442			
108	118	53,3373	0,25442	0,12721	-	0,12721	
	108	118	53,3373				0,25442
109	119	29,3189	0,13985	0,29876	-	0,29876	
	109	119	29,3189				0,13985
	109	120	50,0301				0,23864
110	121	45,9193	0,21904	0,11932	-	0,11932	
	110	120	50,0301				0,23864
111	121	45,9193	0,21904	0,30460	-	0,30460	
	111	121	45,9193				0,21904
	111	122	47,6604				0,22734
112	122	47,6604	0,22734	0,11367	-	0,11367	
	112	122	47,6604				0,22734

Tableau III-8 : calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
113	123	34,1337	0,00477	0,16282	0,47188	-	0,47188
	124	46,0951		0,21987			
	125	80,6708		0,38480			
	134	36,9527		0,17626			
114	124	46,0951		0,21987	0,10994	-	0,10994
115	125	80,6708		0,38480	0,64622	-	0,64622
	126	132,6435		0,63271			
	127	57,6363		0,27493			
116	127	57,6363		0,27493	0,44779	-	0,44779
	128	130,1182		0,62066			
117	128	130,1182		0,62066	0,50612	-	0,50612
	129	40,8365		0,19479			
	132	41,2534		0,19678			
118	129	40,8365		0,19479	0,29627	-	0,29627
	130	40,0793		0,19118			
	131	43,3075		0,20658			
119	130	40,0793		0,19118	0,09559	-	0,09559
120	131	43,3075		0,20658	0,10329	-	0,10329
121	132	41,2534		0,19678	0,32293	-	0,32293
	133	57,1933		0,27281			
	134	36,9527		0,17626			
122	133	57,1933		0,27281	0,13641	-	0,13641
123	135	71,606		0,34156	0,17078	-	0,17078
124	136	156,68		0,74736	0,37368	-	0,37368
125	137	108,3051		0,51662	0,25831	-	0,25831
126	138	202,5031		0,96594	0,89958	-	0,89958
	139	174,6782		0,83322			
127	139	174,6782		0,83322	0,49569	-	0,49569
	140	33,1567		0,15816			
128	140	33,1567		0,15816	0,07908	-	0,07908
129	141	336,6122		1,60564	0,80282	-	0,80282
130	142	3,3418		0,01594	0,13930	-	0,13930
	143	55,0635		0,26265			
131	143	55,0635		0,26265	0,27480	-	0,27480
	144	60,1546		0,28694			
132	144	60,1546		0,28694	0,21844	-	0,21844
	145	31,4356		0,14995			
133	145	31,4356		0,14995	0,07497	-	0,07497
134	146	244,8613		1,16799	0,85054	-	0,85054
	147	15,7234		0,07500			
	148	96,0366	0,45809				
135	148	96,0366	0,45809	0,80044	-	0,80044	
	149	190,0218	0,90640				
	172	49,5544	0,23637				

Tableau III-9: calcul des débits nodaux de réseau actuel (suite et fin).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)																																																																																																																																																																																																	
136	149	190,0218	0,00477	0,90640	1,78151	-	1,78151																																																																																																																																																																																																	
	150	556,9428		2,65662				137	150	556,942	2,65661	1,65143	-	1,65143	151	135,48	0,64624	138	151	135,48	0,64624	0,70163	-	0,70163	152	158,7057	0,75703	139	152	158,7057	0,75703	0,87950	-	0,87950	153	210,0567	1,00197	140	153	210,0567	1,00197	0,50099	-	0,50099	141	154	499,921	2,38462	1,66070	-	1,66070	155	154,6781	0,73781	165	41,7117	0,19896	142	155	154,6781	0,73781	0,71631	-	0,71631	156	41,4687	0,19781	166	104,1943	0,49701	143	156	41,4687	0,19781	0,19315	-	0,19315	157	39,518	0,18850	144	157	39,518	0,18850	0,46517	-	0,46517	158	155,5216	0,74184	145	158	155,5216	0,74184	0,74682	-	0,74682	159	157,6089	0,75179	146	159	157,6089	0,75179	0,37590	-	0,37590	147	161	73,1058	0,34871	0,17436	-	0,17436	148	161	73,1058	0,34871	0,62263	-	0,62263	162	141,8966	0,67685	167	46,0602	0,21971	149	162	141,8966	0,67685	0,93377	-	0,93377	163	73,8969	0,35249	168	175,7233	0,83820	150	163	73,8969	0,35249	0,60725	-	0,60725	164	139,002	0,66304	165	41,7117	0,19896	151	164	139,002	0,66304	0,33152	-	0,33152	152	166	104,1943	0,49701	0,35836	-	0,35836	167	46,0602	0,21971	153	168	175,7233	0,83820	0,51804	-	0,51804	169	41,4851	0,19788	154	169	41,4851	0,19788	1,12467	-	1,12467	170	430,0749	2,05146	155	170	430,0709	2,05144	1,02572	-	1,02572	156	171	83,0901
137	150	556,942		2,65661	1,65143	-	1,65143																																																																																																																																																																																																	
	151	135,48		0,64624				138	151	135,48	0,64624	0,70163	-	0,70163	152	158,7057	0,75703	139	152	158,7057	0,75703	0,87950	-	0,87950	153	210,0567	1,00197	140	153	210,0567	1,00197	0,50099	-	0,50099	141	154	499,921	2,38462	1,66070	-	1,66070	155	154,6781	0,73781		165	41,7117	0,19896				142	155	154,6781	0,73781	0,71631	-		0,71631	156	41,4687				0,19781	166	104,1943	0,49701	143	156	41,4687	0,19781	0,19315	-	0,19315	157	39,518	0,18850	144	157	39,518	0,18850	0,46517	-	0,46517	158	155,5216	0,74184	145	158	155,5216	0,74184	0,74682	-	0,74682	159	157,6089	0,75179	146	159	157,6089	0,75179	0,37590	-	0,37590	147	161	73,1058	0,34871	0,17436	-	0,17436	148	161		73,1058	0,34871	0,62263				-	0,62263	162	141,8966	0,67685	167		46,0602	0,21971	149				162	141,8966	0,67685	0,93377	-	0,93377		163	73,8969	0,35249				168	175,7233	0,83820	150	163	73,8969	0,35249	0,60725	-	0,60725	164	139,002	0,66304	165	41,7117	0,19896	151	164	139,002	0,66304	0,33152	-	0,33152	152	166	104,1943	0,49701	0,35836	-	0,35836	167	46,0602	0,21971	153	168	175,7233	0,83820	0,51804	-	0,51804	169	41,4851	0,19788	154	169	41,4851	0,19788	1,12467	-	1,12467	170	430,0749	2,05146
138	151	135,48		0,64624	0,70163	-	0,70163																																																																																																																																																																																																	
	152	158,7057		0,75703				139	152	158,7057	0,75703	0,87950	-	0,87950	153	210,0567	1,00197	140	153	210,0567	1,00197	0,50099	-	0,50099	141	154	499,921	2,38462	1,66070	-	1,66070	155	154,6781	0,73781		165	41,7117	0,19896				142	155	154,6781	0,73781	0,71631	-	0,71631	156	41,4687	0,19781		166	104,1943	0,49701			143		156	41,4687	0,19781	0,19315	-	0,19315	157	39,518	0,18850	144	157	39,518	0,18850	0,46517	-	0,46517	158	155,5216	0,74184	145	158	155,5216	0,74184	0,74682	-	0,74682	159	157,6089	0,75179	146	159	157,6089	0,75179	0,37590	-	0,37590	147	161	73,1058	0,34871	0,17436	-	0,17436	148	161	73,1058	0,34871	0,62263	-	0,62263	162	141,8966	0,67685		167	46,0602	0,21971	149		162	141,8966	0,67685			0,93377	-	0,93377	163	73,8969	0,35249	168		175,7233	0,83820	150	163	73,8969	0,35249				0,60725	-	0,60725	164	139,002	0,66304	165	41,7117	0,19896	151		164	139,002	0,66304				0,33152	-	0,33152	152	166	104,1943	0,49701	0,35836	-	0,35836	167	46,0602	0,21971	153	168	175,7233	0,83820	0,51804	-	0,51804	169	41,4851	0,19788	154	169	41,4851	0,19788	1,12467	-	1,12467	170	430,0749	2,05146	155	170	430,0709	2,05144	1,02572	-	1,02572	156	171	83,0901
139	152	158,7057		0,75703	0,87950	-	0,87950																																																																																																																																																																																																	
	153	210,0567		1,00197				140	153	210,0567	1,00197	0,50099	-	0,50099	141	154	499,921	2,38462	1,66070	-	1,66070	155	154,6781	0,73781		165	41,7117	0,19896				142	155	154,6781	0,73781	0,71631	-	0,71631	156	41,4687	0,19781		166	104,1943	0,49701				143	156	41,4687	0,19781	0,19315	-	0,19315	157	39,518	0,18850	144	157	39,518	0,18850	0,46517	-	0,46517	158	155,5216	0,74184	145	158	155,5216	0,74184	0,74682	-	0,74682	159	157,6089	0,75179	146	159	157,6089	0,75179	0,37590	-	0,37590	147	161	73,1058	0,34871	0,17436	-	0,17436	148	161	73,1058	0,34871	0,62263	-	0,62263	162	141,8966	0,67685		167	46,0602	0,21971				149	162	141,8966	0,67685	0,93377	-	0,93377		163	73,8969	0,35249	168	175,7233	0,83820				150	163	73,8969	0,35249	0,60725	-	0,60725		164	139,002	0,66304	165	41,7117	0,19896				151	164	139,002	0,66304	0,33152	-	0,33152	152	166	104,1943	0,49701	0,35836	-	0,35836	167	46,0602	0,21971	153	168	175,7233	0,83820	0,51804	-	0,51804	169	41,4851	0,19788	154	169	41,4851	0,19788	1,12467	-	1,12467	170	430,0749	2,05146	155	170	430,0709	2,05144	1,02572	-	1,02572	156	171	83,0901	0,39634	0,19817	-	0,19817						
140	153	210,0567		1,00197	0,50099	-	0,50099																																																																																																																																																																																																	
141	154	499,921		2,38462	1,66070	-	1,66070																																																																																																																																																																																																	
	155	154,6781		0,73781																																																																																																																																																																																																				
	165	41,7117		0,19896																																																																																																																																																																																																				
142	155	154,6781		0,73781	0,71631	-	0,71631																																																																																																																																																																																																	
	156	41,4687		0,19781																																																																																																																																																																																																				
	166	104,1943		0,49701																																																																																																																																																																																																				
143	156	41,4687		0,19781	0,19315	-	0,19315																																																																																																																																																																																																	
	157	39,518		0,18850																																																																																																																																																																																																				
144	157	39,518		0,18850	0,46517	-	0,46517																																																																																																																																																																																																	
	158	155,5216		0,74184																																																																																																																																																																																																				
145	158	155,5216		0,74184	0,74682	-	0,74682																																																																																																																																																																																																	
	159	157,6089		0,75179																																																																																																																																																																																																				
146	159	157,6089		0,75179	0,37590	-	0,37590																																																																																																																																																																																																	
147	161	73,1058		0,34871	0,17436	-	0,17436																																																																																																																																																																																																	
148	161	73,1058		0,34871	0,62263	-	0,62263																																																																																																																																																																																																	
	162	141,8966		0,67685																																																																																																																																																																																																				
	167	46,0602		0,21971																																																																																																																																																																																																				
149	162	141,8966		0,67685	0,93377	-	0,93377																																																																																																																																																																																																	
	163	73,8969		0,35249																																																																																																																																																																																																				
	168	175,7233		0,83820																																																																																																																																																																																																				
150	163	73,8969		0,35249	0,60725	-	0,60725																																																																																																																																																																																																	
	164	139,002	0,66304																																																																																																																																																																																																					
	165	41,7117	0,19896																																																																																																																																																																																																					
151	164	139,002	0,66304	0,33152	-	0,33152																																																																																																																																																																																																		
152	166	104,1943	0,49701	0,35836	-	0,35836																																																																																																																																																																																																		
	167	46,0602	0,21971																																																																																																																																																																																																					
153	168	175,7233	0,83820	0,51804	-	0,51804																																																																																																																																																																																																		
	169	41,4851	0,19788																																																																																																																																																																																																					
154	169	41,4851	0,19788	1,12467	-	1,12467																																																																																																																																																																																																		
	170	430,0749	2,05146																																																																																																																																																																																																					
155	170	430,0709	2,05144	1,02572	-	1,02572																																																																																																																																																																																																		
156	171	83,0901	0,39634	0,19817	-	0,19817																																																																																																																																																																																																		

III.1.1.2 Cas de pointe +incendie

Pour ce cas, c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit nécessaire qui est de 17l/s donné par le réservoir se trouve au nœud **J140** de cote de terrain **1095,4213m**.

Dans ce cas le débit d'incendie sera considéré comme un débit concentré donc :

$$Q_{ni} = 0,5 * Q_r + Q_{inc} \dots\dots\dots (III.7)$$

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud **J140** qui devient :

$$Q_{J140} = 0,50099 + 17 = 17,50099 \text{ L/S.}$$

III.1.2 Constatation et interprétation des résultats de simulation

Le réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération pose de nombreux problèmes de point de vue hydraulique.

III.1.2.1 Cas de pointe

Après la simulation, on constate :

➤ **Répartition des vitesses**

Tableau III-10 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe).

Conduite	Start Node	Stop Node	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-15	J-13	J-15	160,6459	200	17,551	0,56	0,2
P-16	J-15	J-16	252,4085	200	24,086	0,77	0,57
P-17	J-16	J-17	53,0964	315	83,992	1,08	0,13
P-28	J-26	J-27	592,7318	200	21,606	0,69	1,09
P-29	J-27	J-28	147,6091	200	17,883	0,57	0,19
P-30	J-28	J-29	216,17	200	17,015	0,54	0,26
P-31	J-29	J-30	285,3622	200	15,819	0,5	0,3
P-35	J-17	R-2	203,1078	315	89,74	1,15	0,57
P-55	J-15	J-52	106,3701	200	5,297	0,17	0,01
P-56	J-52	J-34	334,6088	200	2,853	0,09	0,01

Tableau III-11 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-61	J-25	J-57	266,5953	315	56,239	0,72	0,32
P-62	J-57	J-26	32,6454	315	23,097	0,3	0,01
P-154	J-30	J-141	499,921	200	9,854	0,31	0,22
P-163	J-149	J-150	73,8969	200	4,695	0,15	0,01
P-165	J-141	J-150	41,7117	200	5,634	0,18	0,01
P-1	R-1	J-1	2 536,4725	160	28,382	1,41	25,94
P-2	J-1	J-2	296,2296	160	27,676	1,38	2,89
P-3	J-2	J-3	1 698,6242	160	6,375	0,32	1,09
P-4	J-3	J-4	487,2128	125	1,162	0,09	0,04
P-5	J-2	J-5	195,1389	160	16,077	0,8	0,7
P-6	J-5	J-6	21,994	90	0,262	0,04	0,01
P-7	J-6	J-7	43,9944	90	0,105	0,02	0,01
P-8	J-5	J-8	96,9756	160	15,066	0,75	0,31
P-9	J-8	J-9	1 434,0774	110	1,035	0,11	0,2
P-10	J-8	J-10	69,9835	160	12,597	0,63	0,16
P-11	J-10	J-11	1 289,4985	160	8,369	0,42	1,37
P-12	J-11	J-12	42,5653	110	0,102	0,01	0,01
P-13	J-11	J-13	1 168,3163	160	2,304	0,11	0,11
P-14	J-13	J-14	57,8132	90	0,138	0,02	0,01
P-18	J-17	J-18	122,6204	110	5,329	0,56	0,35
P-19	J-18	J-19	165,227	110	1,975	0,21	0,08
P-20	J-19	J-20	265,1831	110	0,949	0,1	0,03
P-21	J-20	J-21	158,2875	110	0,329	0,03	0,01
P-22	J-21	J-22	111,3786	110	0,972	0,1	0,01
P-23	J-22	J-18	147,2242	110	2,316	0,24	0,09
P-24	J-22	J-23	152,3955	110	0,363	0,04	0,01
P-25	J-20	J-24	56,1189	90	0,134	0,02	0,01
P-26	J-16	J-25	314,9593	315	58,426	0,75	0,45
P-32	J-30	J-31	321,1683	160	3,326	0,17	0,06
P-33	J-31	J-32	85,6868	160	2,355	0,12	0,01
P-34	J-32	J-33	450,9177	90	1,075	0,17	0,18
P-36	R-2	J-10	491,2918	160	0,986	0,05	0,01
P-38	J-34	J-35	242,4752	110	0,578	0,06	0,01
P-39	J-34	J-36	188,2557	110	0,449	0,05	0,01
P-40	J-13	J-37	163,8477	160	16,41	0,82	0,61
P-41	J-37	J-38	66,7377	160	15,86	0,79	0,23
P-42	J-38	J-39	341,0905	160	14,084	0,7	0,95
P-43	J-39	J-40	61,6814	90	1,294	0,2	0,03
P-44	J-40	J-41	83,4138	90	0,199	0,03	0,01
P-45	J-40	J-42	157,0329	90	0,375	0,06	0,01
P-46	J-39	J-43	30,1215	90	2,462	0,39	0,05
P-47	J-43	J-44	95,8808	90	2,161	0,34	0,14
P-48	J-44	J-45	32,0988	90	0,077	0,01	0,01

Tableau III-12 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-49	J-44	J-46	200,6189	90	1,301	0,2	0,11
P-50	J-46	J-47	58,1131	90	0,139	0,02	0,01
P-51	J-46	J-48	114,3242	90	0,273	0,04	0,02
P-53	J-49	J-50	172,2752	110	0,98	0,1	0,02
P-54	J-50	J-51	119,2084	110	0,284	0,03	0,02
P-57	J-52	J-53	133,2122	110	1,075	0,11	0,02
P-58	J-53	J-54	158,6661	110	0,378	0,04	0,01
P-59	J-25	J-55	57,9709	125	0,662	0,05	0,01
P-60	J-55	J-56	109,7034	125	0,262	0,02	0,01
P-63	J-57	J-58	8,5029	125	32,408	2,64	0,37
P-64	J-58	J-59	59,4248	90	21,817	3,43	6,16
P-65	J-59	J-60	58,8325	90	11,018	1,73	1,72
P-66	J-60	J-61	77,2075	90	10,694	1,68	2,14
P-67	J-61	J-62	96,4366	140	11,304	0,73	0,34
P-68	J-62	J-63	5,6341	140	10,662	0,69	0,02
P-69	J-63	J-64	36,6999	140	9,846	0,64	0,1
P-70	J-64	J-65	134,1944	90	0,32	0,05	0,01
P-71	J-64	J-66	37,4246	140	9,029	0,59	0,09
P-72	J-66	J-67	293,6152	140	7,216	0,47	0,46
P-73	J-67	J-68	167,4059	110	1,529	0,16	0,05
P-74	J-68	J-69	29,8548	110	1,059	0,11	0,01
P-75	J-69	J-70	167,8946	110	0,865	0,09	0,02
P-76	J-70	J-67	31,1451	125	4,513	0,37	0,04
P-77	J-70	J-71	30,7341	125	3,1	0,25	0,02
P-78	J-71	J-72	80,9084	125	1,92	0,16	0,02
P-79	J-72	J-73	91,1929	125	0,95	0,08	0,01
P-80	J-73	J-74	111,0883	125	0,468	0,04	0,02
P-81	J-74	J-75	95,9054	90	0,026	0,01	0,01
P-82	J-75	J-76	143,3529	110	0,596	0,06	0,01
P-83	J-76	J-72	153,2129	125	0,194	0,02	0,01
P-84	J-76	J-77	65,1074	110	1,265	0,13	0,01
P-85	J-77	J-71	168,3862	110	0,512	0,05	0,01
P-86	J-77	J-69	29,8553	110	1,381	0,15	0,01
P-87	J-66	J-78	127,2952	75	0,791	0,18	0,07
P-88	J-78	J-79	102,1282	90	0,244	0,04	0,02
P-89	J-61	J-80	61,5271	140	1,171	0,08	0,02
P-90	J-80	J-81	171,695	140	1,728	0,11	0,02
P-91	J-81	J-82	100,9724	90	10,031	1,58	2,48
P-92	J-82	J-59	51,5334	90	10,395	1,63	1,35
P-93	J-81	J-83	109,7898	125	7,391	0,6	0,31
P-94	J-83	J-84	72,9291	125	6,208	0,51	0,15
P-95	J-84	J-85	18,0972	125	5,649	0,46	0,03
P-96	J-85	J-86	190,138	110	0,453	0,05	0,01
P-97	J-85	J-87	103,9786	125	4,699	0,38	0,13

Tableau III-13: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-98	J-87	J-88	218,2962	110	0,521	0,05	0,01
P-99	J-87	J-89	77,8545	125	3,224	0,26	0,05
P-100	J-89	J-90	57,1048	125	1,99	0,16	0,01
P-101	J-90	J-91	116,9789	125	0,279	0,02	0,01
P-102	J-90	J-92	51,193	110	0,122	0,01	0,01
P-103	J-90	J-93	53,8683	110	0,923	0,1	0,01
P-104	J-93	J-94	49,055	110	0,117	0,01	0,02
P-105	J-93	J-95	117,5852	110	0,28	0,03	0,02
P-106	J-89	J-96	191,1885	90	0,456	0,07	0,02
P-107	J-58	J-97	89,8499	125	10,214	0,83	0,46
P-108	J-97	J-98	6,1358	125	9,469	0,77	0,03
P-109	J-98	J-99	30,4889	75	3,712	0,84	0,29
P-110	J-99	J-100	41,5686	75	4,082	0,92	0,47
P-111	J-100	J-101	17,549	110	3,941	0,41	0,03
P-112	J-101	J-102	28,149	110	3,832	0,4	0,04
P-113	J-102	J-103	159,0552	110	3,385	0,36	0,2
P-114	J-103	J-104	59,834	110	2,863	0,3	0,05
P-115	J-104	J-105	208,5618	110	2,223	0,23	0,12
P-116	J-105	J-106	361,7582	110	0,863	0,09	0,04
P-117	J-99	J-107	149,1636	110	0,897	0,09	0,02
P-118	J-107	J-108	53,3373	110	0,127	0,01	0,01
P-119	J-107	J-109	29,3189	110	1,38	0,15	0,01
P-120	J-109	J-110	50,0301	110	0,119	0,01	0,02
P-121	J-109	J-111	45,9193	125	1,798	0,15	0,01
P-122	J-111	J-112	47,6604	110	0,114	0,01	0,02
P-123	J-111	J-113	34,1337	125	2,216	0,18	0,01
P-124	J-113	J-114	46,0951	110	0,11	0,01	0,01
P-125	J-113	J-115	80,6708	125	2,926	0,24	0,04
P-126	J-115	J-98	132,6435	125	5,353	0,44	0,21
P-127	J-115	J-116	57,6363	125	1,781	0,15	0,01
P-128	J-116	J-117	130,1182	110	1,333	0,14	0,03
P-129	J-117	J-118	40,8365	110	0,495	0,05	0,02
P-130	J-118	J-119	40,0793	110	0,096	0,01	0,01
P-131	J-118	J-120	43,3075	110	0,103	0,01	0,01
P-132	J-117	J-121	41,2534	110	0,332	0,03	0,01
P-133	J-121	J-122	57,1933	110	0,136	0,01	0,01
P-134	J-113	J-121	36,9527	110	0,128	0,01	0,01
P-135	J-84	J-123	71,606	110	0,171	0,02	0,01
P-136	J-83	J-124	156,68	110	0,374	0,04	0,02
P-137	J-97	J-125	108,3051	110	0,258	0,03	0,02
P-138	J-27	J-126	202,5031	90	1,474	0,23	0,14
P-139	J-126	J-127	174,6782	90	0,575	0,09	0,02

Tableau III-14 : vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe)(suite et fin).

Conduite	Start Node	Stop Node	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-140	J-127	J-128	33,1567	90	0,079	0,01	0,01
P-141	J-38	J-129	336,6122	110	0,803	0,08	0,03
P-142	J-63	J-130	3,3418	125	0,708	0,06	0,02
P-143	J-130	J-131	55,0635	125	0,568	0,05	0,01
P-144	J-131	J-132	60,1546	110	0,293	0,03	0,01
P-145	J-132	J-133	31,4356	90	0,075	0,01	0,02
P-146	J-39	J-134	244,8613	160	8,712	0,43	0,28
P-147	J-134	J-49	15,7234	110	1,428	0,15	0,01
P-148	J-134	J-135	96,0366	160	6,434	0,32	0,06
P-149	J-135	J-136	190,0218	160	5,515	0,27	0,09
P-150	J-136	J-137	556,9428	160	3,734	0,19	0,13
P-151	J-137	J-138	135,48	110	2,082	0,22	0,07
P-152	J-138	J-139	158,7075	90	1,38	0,22	0,1
P-153	J-139	J-140	210,0567	90	0,501	0,08	0,02
P-155	J-141	J-142	154,6781	160	2,56	0,13	0,02
P-156	J-142	J-143	41,4687	160	1,781	0,09	0,02
P-157	J-143	J-144	39,518	160	1,588	0,08	0,01
P-158	J-144	J-145	155,5216	160	1,123	0,06	0,01
P-159	J-145	J-146	157,6089	90	0,376	0,06	0,01
P-161	J-147	J-148	73,1058	110	0,174	0,02	0,01
P-162	J-148	J-149	141,8966	160	1,093	0,05	0,01
P-164	J-150	J-151	139,002	160	0,332	0,02	0,01
P-166	J-142	J-152	104,1943	90	0,063	0,01	0,02
P-167	J-152	J-148	46,0602	110	0,296	0,03	0,02
P-168	J-149	J-153	175,7233	160	2,668	0,13	0,02
P-169	J-153	J-154	41,4851	160	2,15	0,11	0,01
P-170	J-154	J-155	430,0749	160	1,026	0,05	0,01
P-171	J-62	J-156	84,0901	110	0,198	0,02	0,01
P-172	J-135	J-157	49,5544	110	0,118	0,01	0,01

Sachant que la vitesse d'écoulement admissible dans un tronçon est entre 0,3m/s et 2m/s, le réseau de distribution de la ville présente des vitesses très faibles entre 0,01 m/s et 0,29m/s

Il y'à aussi des bonnes vitesses entre 0,3m/s et 2m/s dans certains tronçon.

On remarque aussi que dans les tronçons (p-63 et p-64) la vitesse d'écoulement supérieure à 2m/s ; p-63 (v=2,64m/s) et p-64 (v=3,43m/s).

Au niveau des conduites, on note que les faibles vitesses favorisant la formation du tartre qui provoque avec le temps la diminution de la section d'écoulement d'eau.

Ainsi que les fortes vitesses fatigue la conduite qui provoque les fuites.

➤ Répartition des pressions

Tableau III-15: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-1	1 131,5001	0,7065	1 156,0632	2,4
J-2	1 129,2581	5,2231	1 153,1723	2,34
J-3	1 132,7446	5,2132	1 152,0792	1,89
J-4	1 134,4072	1,162	1 152,0345	1,73
J-5	1 126,5648	0,7492	1 152,4758	2,54
J-6	1 126,5654	0,1574	1 152,4752	2,54
J-7	1 127,1312	0,1049	1 152,4750	2,48
J-8	1 125,4279	1,4335	1 152,1689	2,62
J-9	1 124,6541	1,0353	1 151,9714	2,67
J-10	1 125,1091	3,2424	1 152,0100	2,63
J-11	1 121,7987	5,9634	1 150,6364	2,82
J-12	1 121,7957	0,1015	1 150,6364	2,82
J-13	1 122,9369	3,3075	1 150,5224	2,7
J-14	1 120,7047	0,1379	1 150,5218	2,92
J-15	1 122,3402	1,2381	1 150,7242	2,78
J-16	1 130,6555	1,4798	1 151,2941	2,02
J-17	1 134,2152	0,4191	1 151,4267	1,68
J-18	1 135,7970	1,0377	1 151,0755	1,5
J-19	1 133,0511	1,0265	1 151,0002	1,76
J-20	1 127,3702	1,1438	1 150,9692	2,31
J-21	1 125,8727	0,6431	1 150,9718	2,46
J-22	1 127,3954	0,9802	1 150,9854	2,31
J-23	1 129,3748	0,3635	1 150,9824	2,11
J-24	1 128,8636	0,1338	1 150,9686	2,16
J-25	1 130,1690	1,5253	1 150,8416	2,02
J-26	1 118,2828	1,4915	1 150,5174	3,15
J-27	1 115,4617	2,2487	1 149,4230	3,32
J-28	1 114,2278	0,8676	1 149,2311	3,43
J-29	1 114,2278	1,1962	1 148,9746	3,4
J-30	1 108,5936	2,6389	1 148,6788	3,92
J-31	1 107,3180	0,9703	1 148,6169	4,04
J-32	1 108,2869	1,2798	1 148,6082	3,95
J-33	1 101,4503	1,0754	1 148,4310	4,6
J-34	1 117,4550	1,8253	1 150,6951	3,25
J-35	1 115,5792	0,5783	1 150,6838	3,44
J-36	1 114,1056	0,449	1 150,6896	3,58
J-37	1 119,0224	0,55	1 149,9149	3,02
J-38	1 118,7914	0,9727	1 149,6827	3,02
J-39	1 121,0392	1,6164	1 148,7300	2,71
J-40	1 116,7447	0,7206	1 148,6958	3,13
J-41	1 117,5716	0,1989	1 148,6944	3,05

Tableau III-16 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-42	1 115,2373	0,3745	1 148,6871	3,27
J-43	1 115,6917	0,3005	1 148,6751	3,23
J-44	1 114,4500	0,7837	1 148,5379	3,34
J-45	1 114,1101	0,0766	1 148,5377	3,37
J-46	1 109,1094	0,8897	1 148,4258	3,85
J-47	1 107,7067	0,1386	1 148,4252	3,99
J-48	1 108,7072	0,2727	1 148,4222	3,89
J-49	1 113,1955	0,4484	1 148,4450	3,45
J-50	1 111,0865	0,6952	1 148,4236	3,65
J-51	1 112,9299	0,2843	1 148,4221	3,47
J-52	1 121,3581	1,3694	1 150,7097	2,87
J-53	1 117,9629	0,6961	1 150,6899	3,2
J-54	1 117,3554	0,3784	1 150,6866	3,26
J-55	1 127,7880	0,3999	1 150,8397	2,26
J-56	1 125,8932	0,2616	1 150,8391	2,44
J-57	1 119,2302	0,734	1 150,5249	3,06
J-58	1 119,3099	0,3763	1 150,1549	3,02
J-59	1 120,0093	0,4049	1 143,9998	2,35
J-60	1 120,6686	0,3245	1 142,2804	2,12
J-61	1 118,5651	0,5609	1 140,1454	2,11
J-62	1 121,7168	0,444	1 139,8019	1,77
J-63	1 122,0546	0,1089	1 139,7839	1,74
J-64	1 123,0929	0,4968	1 139,6827	1,62
J-65	1 123,9732	0,3201	1 139,6771	1,54
J-66	1 123,8851	1,0216	1 139,5947	1,54
J-67	1 129,4346	1,1738	1 139,6392	1
J-68	1 124,5213	0,4705	1 139,0918	1,43
J-69	1 123,7802	0,5428	1 139,0875	1,5
J-70	1 128,8325	0,548	1 139,1041	1,01
J-71	1 128,8710	0,6679	1 139,0867	1
J-72	1 126,5047	0,7759	1 139,0680	1,23
J-73	1 124,6119	0,4824	1 139,0622	1,41
J-74	1 125,5019	0,4937	1 139,0603	1,33
J-75	1 122,6265	0,5706	1 139,0603	1,61
J-76	1 122,8310	0,8626	1 139,0674	1,59
J-77	1 123,7802	0,6281	1 139,0805	1,5
J-78	1 126,2525	0,5472	1 139,5260	1,3
J-79	1 131,5930	0,2436	1 141,7234	1
J-80	1 117,7199	0,5562	1 140,1488	2,2
J-81	1 115,8923	0,9122	1 140,1676	2,38
J-82	1 118,5409	0,3637	1 142,6477	2,36

Tableau III-17 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite).

Nœud	Élévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-83	1 114,6822	0,8095	1 139,8584	2,46
J-84	1 114,8122	0,3879	1 139,7097	2,44
J-85	1 114,6955	0,4966	1 139,6787	2,45
J-86	1 114,1379	0,4535	1 139,6730	2,5
J-87	1 114,7066	0,9543	1 139,5521	2,43
J-88	1 115,6450	0,5206	1 139,5437	2,34
J-89	1 113,2683	0,7779	1 139,5049	2,57
J-90	1 112,0287	0,6658	1 139,4908	2,69
J-91	1 111,9833	0,279	1 139,4900	2,69
J-92	1 112,3137	0,1221	1 139,4906	2,66
J-93	1 112,5518	0,5259	1 139,4848	2,64
J-94	1 114,0735	0,117	1 139,4847	2,49
J-95	1 114,0577	0,2804	1 139,4833	2,49
J-96	1 110,2674	0,456	1 139,4896	2,86
J-97	1 118,6292	0,4872	1 149,6942	3,04
J-98	1 118,6505	0,4037	1 149,6668	3,04
J-99	1 119,8953	0,5276	1 149,3780	2,89
J-100	1 121,5163	0,141	1 148,9087	2,68
J-101	1 121,5421	0,109	1 148,8800	2,68
J-102	1 123,3076	0,4465	1 148,8361	2,5
J-103	1 122,7019	0,522	1 148,6395	2,54
J-104	1 119,6098	0,6401	1 148,5853	2,84
J-105	1 115,5512	1,3602	1 148,4670	3,22
J-106	1 107,8785	0,8628	1 148,4314	3,97
J-107	1 120,2553	0,3558	1 149,3938	2,85
J-108	1 118,5959	0,1272	1 149,3937	3,01
J-109	1 118,8735	0,2988	1 149,4007	2,99
J-110	1 117,6353	0,1193	1 149,4006	3,11
J-111	1 116,9183	0,3046	1 149,4101	3,18
J-112	1 116,5385	0,1137	1 149,4100	3,22
J-113	1 116,6334	0,4719	1 149,4204	3,21
J-114	1 115,7611	0,1099	1 149,4204	3,29
J-115	1 117,0568	0,6462	1 149,4613	3,17
J-116	1 116,0767	0,4478	1 149,4497	3,27
J-117	1 115,6415	0,5061	1 149,4210	3,31
J-118	1 115,5282	0,2963	1 149,4196	3,32
J-119	1 115,4829	0,0956	1 149,4196	3,32
J-120	1 114,2944	0,1033	1 149,4196	3,44
J-121	1 116,3344	0,3229	1 149,4204	3,24
J-122	1 115,5072	0,1364	1 149,4201	3,32
J-123	1 115,7309	0,1708	1 139,7093	2,35

Tableau III-18: charges et pression dans le réseau actuel(cas de pointe) (suite).

Nœud	Élévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-124	1 118,4708	0,3737	1 139,8551	2,09
J-125	1 115,7346	0,2583	1 149,6930	3,32
J-126	1 112,8056	0,8996	1 149,2803	3,57
J-127	1 111,8605	0,4957	1 149,2588	3,66
J-128	1 111,0586	0,0791	1 149,2587	3,74
J-129	1 121,0392	0,8028	1 149,6537	2,8
J-130	1 122,1824	0,1393	1 139,7837	1,72
J-131	1 121,4587	0,2748	1 139,7824	1,79
J-132	1 120,2666	0,2184	1 139,7816	1,91
J-133	1 120,4128	0,075	1 139,7815	1,9
J-134	1 113,4954	0,8505	1 148,4490	3,42
J-135	1 111,4900	0,8004	1 148,3861	3,61
J-136	1 112,5803	1,7815	1 148,2926	3,5
J-137	1 101,6924	1,6514	1 148,1596	4,55
J-138	1 108,5936	0,7016	1 148,0915	3,87
J-139	1 098,9187	0,8795	1 147,9924	4,8
J-140	1 095,4213	0,501	1 146,5724	5
J-141	1 101,5015	1,6607	1 148,4632	4,6
J-142	1 099,8832	0,7163	1 148,4448	4,75
J-143	1 100,0074	0,1931	1 148,4423	4,74
J-144	1 098,8457	0,4652	1 148,4403	4,85
J-145	1 098,4418	0,7468	1 148,4363	4,89
J-146	1 096,4220	0,3759	1 147,5275	5
J-147	1 099,6929	0,1744	1 148,4448	4,77
J-148	1 099,8832	0,6226	1 148,4452	4,75
J-149	1 100,6780	0,9338	1 148,4487	4,68
J-150	1 101,4399	0,6073	1 148,4568	4,6
J-151	1 100,8678	0,3315	1 148,4564	4,66
J-152	1 100,6198	0,3584	1 148,4446	4,68
J-153	1 099,3460	0,518	1 148,4261	4,8
J-154	1 099,2786	1,1247	1 148,4226	4,81
J-155	1 097,3688	1,0257	1 148,4132	5
J-156	1 122,7000	0,1982	1 139,8014	1,67
J-157	1 112,9593	0,1182	1 148,3860	3,47
J-148	1 099,8832	0,6226	1 148,4452	4,75
J-149	1 100,6780	0,9338	1 148,4487	4,68
J-150	1 101,4399	0,6073	1 148,4568	4,6
J-151	1 100,8678	0,3315	1 148,4564	4,66
J-152	1 100,6198	0,3584	1 148,4446	4,68
J-153	1 099,3460	0,518	1 148,4261	4,8
J-154	1 099,2786	1,1247	1 148,4226	4,81

Tableau III-19: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe) (suite et fin).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-155	1 097,3688	1,0257	1 148,4132	5
J-156	1 122,7000	0,1982	1 139,8014	1,67
J-157	1 112,9593	0,1182	1 148,3860	3,47

Les pressions obtenues sont favorables c.à.d entre 1bars et 6bars.

III.1.2.2Cas de pointe+ incendie

Après la simulation, on constat :

➤ Répartition des vitesses

Tableau III-20: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie)

Conduite	Start Node	Stop Node	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H(m)
P-15	J-13	J-15	200	160,6459	31,742	1,01	0,6
P-16	J-15	J-16	200	252,4085	38,276	1,22	1,34
P-17	J-16	J-17	315	53,0964	98,182	1,26	0,18
P-28	J-26	J-27	200	592,7318	21,606	0,69	1,09
P-29	J-27	J-28	200	147,6091	17,883	0,57	0,19
P-30	J-28	J-29	200	216,17	17,015	0,54	0,26
P-31	J-29	J-30	200	285,3622	15,819	0,5	0,3
P-35	J-17	R-2	315	203,1078	103,93	1,33	0,75
P-55	J-15	J-52	200	106,3701	5,297	0,17	0,01
P-56	J-52	J-34	200	334,6088	2,853	0,09	0,01
P-61	J-25	J-57	315	266,5953	56,239	0,72	0,32
P-62	J-57	J-26	315	32,6454	23,097	0,3	0,01
P-154	J-30	J-141	200	499,921	9,854	0,31	0,22
P-163	J-149	J-150	200	73,8969	4,695	0,15	0,01
P-165	J-141	J-150	200	41,7117	5,634	0,18	0,01
P-1	R-1	J-1	160	2 536,4725	28,402	1,41	25,97
P-2	J-1	J-2	160	296,2296	27,696	1,38	2,89
P-3	J-2	J-3	160	1 698,6242	6,375	0,32	1,09
P-4	J-3	J-4	125	487,2128	1,162	0,09	0,04
P-5	J-2	J-5	160	195,1389	16,097	0,8	0,7
P-6	J-5	J-6	90	21,994	0,262	0,04	0,01
P-7	J-6	J-7	90	43,9944	0,105	0,02	0,01
P-8	J-5	J-8	160	96,9756	15,086	0,75	0,31
P-9	J-8	J-9	110	1 434,0774	1,035	0,11	0,2
P-10	J-8	J-10	160	69,9835	12,617	0,63	0,16
P-11	J-10	J-11	160	1 289,4985	11,179	0,56	2,35

Tableau III-21: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-12	J-11	J-12	110	42,5653	0,102	0,01	0,01
P-13	J-11	J-13	160	1 168,3163	5,114	0,25	0,5
P-14	J-13	J-14	90	57,8132	0,138	0,02	0,01
P-18	J-17	J-18	110	122,6204	5,329	0,56	0,35
P-19	J-18	J-19	110	165,227	1,975	0,21	0,08
P-20	J-19	J-20	110	265,1831	0,949	0,1	0,03
P-21	J-20	J-21	110	158,2875	0,329	0,03	0,02
P-22	J-21	J-22	110	111,3786	0,972	0,1	0,01
P-23	J-22	J-18	110	147,2242	2,316	0,24	0,09
P-24	J-22	J-23	110	152,3955	0,363	0,04	0,01
P-25	J-20	J-24	90	56,1189	0,134	0,02	0,02
P-26	J-16	J-25	315	314,9593	58,426	0,75	0,45
P-32	J-30	J-31	160	321,1683	3,326	0,17	0,06
P-33	J-31	J-32	160	85,6868	2,355	0,12	0,01
P-34	J-32	J-33	90	450,9177	1,075	0,17	0,18
P-36	R-2	J-10	160	491,2918	1,804	0,09	0,03
P-38	J-34	J-35	110	242,4752	0,578	0,06	0,01
P-39	J-34	J-36	110	188,2557	0,449	0,05	0,01
P-40	J-13	J-37	160	163,8477	33,41	1,66	2,27
P-41	J-37	J-38	160	66,7377	32,86	1,63	0,9
P-42	J-38	J-39	160	341,0905	31,084	1,55	4,13
P-43	J-39	J-40	90	61,6814	1,294	0,2	0,03
P-44	J-40	J-41	90	83,4138	0,199	0,03	0,01
P-45	J-40	J-42	90	157,0329	0,375	0,06	0,01
P-46	J-39	J-43	90	30,1215	2,462	0,39	0,05
P-47	J-43	J-44	90	95,8808	2,161	0,34	0,14
P-48	J-44	J-45	90	32,0988	0,077	0,01	0,02
P-49	J-44	J-46	90	200,6189	1,301	0,2	0,11
P-50	J-46	J-47	90	58,1131	0,139	0,02	0,02
P-51	J-46	J-48	90	114,3242	0,273	0,04	0,01
P-53	J-49	J-50	110	172,2752	0,98	0,1	0,02
P-54	J-50	J-51	110	119,2084	0,284	0,03	0,02
P-57	J-52	J-53	110	133,2122	1,075	0,11	0,02
P-58	J-53	J-54	110	158,6661	0,378	0,04	0,01
P-59	J-25	J-55	125	57,9709	0,662	0,05	0,01
P-60	J-55	J-56	125	109,7034	0,262	0,02	0,02
P-63	J-57	J-58	125	8,5029	32,408	2,64	0,37
P-64	J-58	J-59	90	59,4248	21,817	3,43	6,16
P-65	J-59	J-60	90	58,8325	11,018	1,73	1,72
P-66	J-60	J-61	90	77,2075	10,694	1,68	2,13
P-67	J-61	J-62	140	96,4366	11,304	0,73	0,34
P-68	J-62	J-63	140	5,6341	10,662	0,69	0,02

Tableau III-22: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel(cas de pointe +incendie) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-69	J-63	J-64	140	36,6999	9,846	0,64	0,1
P-70	J-64	J-65	90	134,1944	0,32	0,05	0,01
P-71	J-64	J-66	140	37,4246	9,029	0,59	0,09
P-72	J-66	J-67	140	293,6152	7,216	0,47	0,46
P-73	J-67	J-68	110	167,4059	1,529	0,16	0,05
P-74	J-68	J-69	110	29,8548	1,059	0,11	0,01
P-75	J-69	J-70	110	167,8946	0,865	0,09	0,02
P-76	J-70	J-67	125	31,1451	4,513	0,37	0,04
P-77	J-70	J-71	125	30,7341	3,1	0,25	0,02
P-78	J-71	J-72	125	80,9084	1,92	0,16	0,02
P-79	J-72	J-73	125	91,1929	0,95	0,08	0,01
P-80	J-73	J-74	125	111,0883	0,468	0,04	0,02
P-81	J-74	J-75	90	95,9054	0,026	0,01	0,01
P-82	J-75	J-76	110	143,3529	0,596	0,06	0,01
P-83	J-76	J-72	125	153,2129	0,194	0,02	0,02
P-84	J-76	J-77	110	65,1074	1,265	0,13	0,01
P-85	J-77	J-71	110	168,3862	0,512	0,05	0,01
P-86	J-77	J-69	110	29,8553	1,381	0,15	0,01
P-87	J-66	J-78	75	127,2952	0,791	0,18	0,07
P-88	J-78	J-79	90	102,1282	0,244	0,04	0,01
P-89	J-61	J-80	140	61,5271	1,171	0,08	0,02
P-90	J-80	J-81	140	171,695	1,728	0,11	0,02
P-91	J-81	J-82	90	100,9724	10,031	1,58	2,48
P-92	J-82	J-59	90	51,5334	10,395	1,63	1,35
P-93	J-81	J-83	125	109,7898	7,391	0,6	0,31
P-94	J-83	J-84	125	72,9291	6,208	0,51	0,15
P-95	J-84	J-85	125	18,0972	5,649	0,46	0,03
P-96	J-85	J-86	110	190,138	0,453	0,05	0,01
P-97	J-85	J-87	125	103,9786	4,699	0,38	0,13
P-98	J-87	J-88	110	218,2962	0,521	0,05	0,01
P-99	J-87	J-89	125	77,8545	3,224	0,26	0,05
P-100	J-89	J-90	125	57,1048	1,99	0,16	0,01
P-101	J-90	J-91	125	116,9789	0,279	0,02	0,01
P-102	J-90	J-92	110	51,193	0,122	0,01	0,02
P-103	J-90	J-93	110	53,8683	0,923	0,1	0,01
P-104	J-93	J-94	110	49,055	0,117	0,01	0,01
P-105	J-93	J-95	110	117,5852	0,28	0,03	0,01
P-106	J-89	J-96	90	191,1885	0,456	0,07	0,02
P-107	J-58	J-97	125	89,8499	10,214	0,83	0,46
P-108	J-97	J-98	125	6,1358	9,469	0,77	0,03
P-109	J-98	J-99	75	30,4889	3,712	0,84	0,29
P-110	J-99	J-100	75	41,5686	4,082	0,92	0,47

Tableau III-23: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel(cas de pointe +incendie) (suite).

Conduite	Start Node	Stop Node	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-111	J-100	J-101	110	17,549	3,941	0,41	0,03
P-112	J-101	J-102	110	28,149	3,832	0,4	0,04
P-113	J-102	J-103	110	159,0552	3,385	0,36	0,2
P-114	J-103	J-104	110	59,834	2,863	0,3	0,05
P-115	J-104	J-105	110	208,5618	2,223	0,23	0,12
P-116	J-105	J-106	110	361,7582	0,863	0,09	0,04
P-117	J-99	J-107	110	149,1636	0,897	0,09	0,02
P-118	J-107	J-108	110	53,3373	0,127	0,01	0,01
P-119	J-107	J-109	110	29,3189	1,38	0,15	0,01
P-120	J-109	J-110	110	50,0301	0,119	0,01	0,02
P-121	J-109	J-111	125	45,9193	1,798	0,15	0,01
P-122	J-111	J-112	110	47,6604	0,114	0,01	0,01
P-123	J-111	J-113	125	34,1337	2,216	0,18	0,01
P-124	J-113	J-114	110	46,0951	0,11	0,01	0,01
P-125	J-113	J-115	125	80,6708	2,926	0,24	0,04
P-126	J-115	J-98	125	132,6435	5,353	0,44	0,21
P-127	J-115	J-116	125	57,6363	1,781	0,15	0,01
P-128	J-116	J-117	110	130,1182	1,333	0,14	0,03
P-129	J-117	J-118	110	40,8365	0,495	0,05	0,02
P-130	J-118	J-119	110	40,0793	0,096	0,01	0,01
P-131	J-118	J-120	110	43,3075	0,103	0,01	0,1
P-132	J-117	J-121	110	41,2534	0,332	0,03	0,01
P-133	J-121	J-122	110	57,1933	0,136	0,01	0,02
P-134	J-113	J-121	110	36,9527	0,128	0,01	0,01
P-135	J-84	J-123	110	71,606	0,171	0,02	0,01
P-136	J-83	J-124	110	156,68	0,374	0,04	0,01
P-137	J-97	J-125	110	108,3051	0,258	0,03	0,01
P-138	J-27	J-126	90	202,5031	1,474	0,23	0,14
P-139	J-126	J-127	90	174,6782	0,575	0,09	0,02
P-140	J-127	J-128	90	33,1567	0,079	0,01	0,01
P-141	J-38	J-129	110	336,6122	0,803	0,08	0,03
P-142	J-63	J-130	125	3,3418	0,708	0,06	0,02
P-143	J-130	J-131	125	55,0635	0,568	0,05	0,01
P-144	J-131	J-132	110	60,1546	0,293	0,03	0,01
P-145	J-132	J-133	90	31,4356	0,075	0,01	0,01
P-146	J-39	J-134	160	244,8613	25,712	1,28	2,09
P-147	J-134	J-49	110	15,7234	1,428	0,15	0,02
P-148	J-134	J-135	160	96,0366	23,434	1,17	0,69
P-149	J-135	J-136	160	190,0218	22,515	1,12	1,27
P-150	J-136	J-137	160	556,9428	20,734	1,03	3,18
P-151	J-137	J-138	110	135,48	19,082	2,01	4,12
P-152	J-138	J-139	90	158,7075	18,38	2,89	11,97

Tableau III-24: vitesse et perte de charge dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie)(suite et fin).

Conduite	Start Node	Stop Node	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Flow (L/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
P-153	J-139	J-140	90	210,0567	17,501	2,75	14,46
P-155	J-141	J-142	160	154,6781	2,56	0,13	0,02
P-156	J-142	J-143	160	41,4687	1,781	0,09	0,01
P-157	J-143	J-144	160	39,518	1,588	0,08	0,01
P-158	J-144	J-145	160	155,5216	1,123	0,06	0,01
P-159	J-145	J-146	90	157,6089	0,376	0,06	0,01
P-161	J-147	J-148	110	73,1058	0,174	0,02	0,01
P-162	J-148	J-149	160	141,8966	1,093	0,05	0,01
P-164	J-150	J-151	160	139,002	0,332	0,02	0,02
P-166	J-142	J-152	90	104,1943	0,063	0,01	0,02
P-167	J-152	J-148	110	46,0602	0,296	0,03	0,02
P-168	J-149	J-153	160	175,7233	2,668	0,13	0,02
P-169	J-153	J-154	160	41,4851	2,15	0,11	0,01
P-170	J-154	J-155	160	430,0749	1,026	0,05	0,01
P-171	J-62	J-156	110	84,0901	0,198	0,02	0,01
P-172	J-135	J-157	110	49,5544	0,118	0,01	0,01

C'est le même pour le cas de pointe+ incendie, la vitesse d'écoulement admissible dans un tronçon est entre 0,3m/s et 2m/s.

Dans ce cas aussi le réseau de distribution présente des vitesses faibles (entre 0,01m/s et 0,29m/s) et des bonnes vitesses (entre 0,3m/s et 2m/s), et des vitesses supérieures à 2m/s

(P-63; v=2,64m/s, p-64; v=3,43m/s, p-151; v=2,01m/s, p-152; v=2,89m/s, p-153; v=2,75m/s).

➤ Répartition des pressions

Tableau III-25 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-1	1 131,5001	0,7065	1 156,0295	2,4
J-2	1 129,2581	5,2231	1 153,1346	2,34
J-3	1 132,7446	5,2132	1 152,0415	1,89
J-4	1 134,4072	1,162	1 151,9969	1,72
J-5	1 126,5648	0,7492	1 152,4366	2,53
J-6	1 126,5654	0,1574	1 152,4359	2,53
J-7	1 127,1312	0,1049	1 152,4357	2,48
J-8	1 125,4279	1,4335	1 152,1290	2,61
J-9	1 124,6541	1,0353	1 151,9314	2,67
J-10	1 125,1091	3,2424	1 151,9695	2,63

Tableau III-26: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-11	1 121,7987	5,9634	1 149,6217	2,72
J-12	1 121,7957	0,1015	1 149,6216	2,72
J-13	1 122,9369	3,3075	1 149,1219	2,56
J-14	1 120,7047	0,1379	1 149,1214	2,78
J-15	1 122,3402	1,2381	1 149,7266	2,68
J-16	1 130,6555	1,4798	1 151,0706	2
J-17	1 134,2152	0,4191	1 151,2476	1,67
J-18	1 135,7970	1,0377	1 150,8964	1,48
J-19	1 133,0511	1,0265	1 150,8211	1,74
J-20	1 127,3702	1,1438	1 150,7900	2,29
J-21	1 125,8727	0,6431	1 150,7926	2,44
J-22	1 127,3954	0,9802	1 150,8063	2,29
J-23	1 129,3748	0,3635	1 150,8033	2,1
J-24	1 128,8636	0,1338	1 150,7895	2,15
J-25	1 130,1690	1,5253	1 150,6180	2
J-26	1 118,2828	1,4915	1 150,2938	3,13
J-27	1 115,4617	2,2487	1 149,1995	3,3
J-28	1 114,2278	0,8676	1 149,0074	3,4
J-29	1 114,2278	1,1962	1 148,7510	3,38
J-30	1 108,5936	2,6389	1 148,4553	3,9
J-31	1 107,3180	0,9703	1 148,3933	4,02
J-32	1 108,2869	1,2798	1 148,3846	3,92
J-33	1 101,4503	1,0754	1 148,2074	4,58
J-34	1 117,4550	1,8253	1 149,6976	3,16
J-35	1 115,5792	0,5783	1 149,6862	3,34
J-36	1 114,1056	0,449	1 149,6921	3,48
J-37	1 119,0224	0,55	1 146,8556	2,72
J-38	1 118,7914	0,9727	1 145,9606	2,66
J-39	1 121,0392	1,6164	1 141,8329	2,04
J-40	1 116,7447	0,7206	1 141,7987	2,45
J-41	1 117,5716	0,1989	1 141,7973	2,37
J-42	1 115,2373	0,3745	1 141,7900	2,6
J-43	1 115,6917	0,3005	1 141,7780	2,55
J-44	1 114,4500	0,7837	1 141,6408	2,66
J-45	1 114,1101	0,0766	1 141,6407	2,69
J-46	1 109,1094	0,8897	1 141,5286	3,17
J-47	1 107,7067	0,1386	1 141,5281	3,31
J-48	1 108,7072	0,2727	1 141,5251	3,21
J-49	1 113,1955	0,4484	1 139,7438	2,6
J-50	1 111,0865	0,6952	1 139,7224	2,8
J-51	1 112,9299	0,2843	1 139,7209	2,62

Tableau III-27: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie)(suite).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-52	1 121,3581	1,3694	1 149,7121	2,77
J-53	1 117,9629	0,6961	1 149,6924	3,11
J-54	1 117,3554	0,3784	1 149,6890	3,16
J-55	1 127,7880	0,3999	1 150,6161	2,23
J-56	1 125,8932	0,2616	1 150,6155	2,42
J-57	1 119,2302	0,734	1 150,3013	3,04
J-58	1 119,3099	0,3763	1 149,9314	3
J-59	1 120,0093	0,4049	1 143,7763	2,33
J-60	1 120,6686	0,3245	1 142,0568	2,09
J-61	1 118,5651	0,5609	1 139,9219	2,09
J-62	1 121,7168	0,444	1 139,5784	1,75
J-63	1 122,0546	0,1089	1 139,5604	1,71
J-64	1 123,0929	0,4968	1 139,4591	1,6
J-65	1 123,9732	0,3201	1 139,4535	1,52
J-66	1 123,8851	1,0216	1 139,3712	1,52
J-67	1 129,4346	1,1738	1 139,5682	1
J-68	1 124,5213	0,4705	1 138,8682	1,4
J-69	1 123,7802	0,5428	1 138,8639	1,48
J-70	1 128,8325	0,548	1 138,8805	0,98
J-71	1 128,8710	0,6679	1 138,8632	0,98
J-72	1 126,5047	0,7759	1 138,8444	1,21
J-73	1 124,6119	0,4824	1 138,8386	1,39
J-74	1 125,5019	0,4937	1 138,8368	1,31
J-75	1 122,6265	0,5706	1 138,8368	1,59
J-76	1 122,8310	0,8626	1 138,8439	1,57
J-77	1 123,7802	0,6281	1 138,8568	1,48
J-78	1 126,2525	0,5472	1 139,3024	1,28
J-79	1 131,5930	0,2436	1 141,7998	1
J-80	1 117,7199	0,5562	1 139,9251	2,17
J-81	1 115,8923	0,9122	1 139,9440	2,35
J-82	1 118,5409	0,3637	1 142,4242	2,34
J-83	1 114,6822	0,8095	1 139,6348	2,44
J-84	1 114,8122	0,3879	1 139,4861	2,41
J-85	1 114,6955	0,4966	1 139,4551	2,42
J-86	1 114,1379	0,4535	1 139,4495	2,48
J-87	1 114,7066	0,9543	1 139,3286	2,41
J-88	1 115,6450	0,5206	1 139,3202	2,32
J-89	1 113,2683	0,7779	1 139,2814	2,55
J-90	1 112,0287	0,6658	1 139,2672	2,67
J-91	1 111,9833	0,279	1 139,2664	2,67
J-92	1 112,3137	0,1221	1 139,2671	2,64

Tableau III-28: charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite).

Nœud	Élévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-93	1 112,5518	0,5259	1 139,2612	2,61
J-94	1 114,0735	0,117	1 139,2611	2,47
J-95	1 114,0577	0,2804	1 139,2598	2,47
J-96	1 110,2674	0,456	1 139,2661	2,84
J-97	1 118,6292	0,4872	1 149,4706	3,02
J-98	1 118,6505	0,4037	1 149,4433	3,01
J-99	1 119,8953	0,5276	1 149,1545	2,86
J-100	1 121,5163	0,141	1 148,6851	2,66
J-101	1 121,5421	0,109	1 148,6564	2,65
J-102	1 123,3076	0,4465	1 148,6126	2,48
J-103	1 122,7019	0,522	1 148,4160	2,52
J-104	1 119,6098	0,6401	1 148,3618	2,81
J-105	1 115,5512	1,3602	1 148,2434	3,2
J-106	1 107,8785	0,8628	1 148,2079	3,95
J-107	1 120,2553	0,3558	1 149,1703	2,83
J-108	1 118,5959	0,1272	1 149,1701	2,99
J-109	1 118,8735	0,2988	1 149,1771	2,97
J-110	1 117,6353	0,1193	1 149,1770	3,09
J-111	1 116,9183	0,3046	1 149,1866	3,16
J-112	1 116,5385	0,1137	1 149,1865	3,2
J-113	1 116,6334	0,4719	1 149,1969	3,19
J-114	1 115,7611	0,1099	1 149,1968	3,27
J-115	1 117,0568	0,6462	1 149,2378	3,15
J-116	1 116,0767	0,4478	1 149,2262	3,24
J-117	1 115,6415	0,5061	1 149,1975	3,28
J-118	1 115,5282	0,2963	1 149,1961	3,3
J-119	1 115,4829	0,0956	1 149,1960	3,3
J-120	1 114,2944	0,1033	1 149,1959	3,42
J-121	1 116,3344	0,3229	1 149,1968	3,22
J-122	1 115,5072	0,1364	1 149,1966	3,3
J-123	1 115,7309	0,1708	1 139,4858	2,32
J-124	1 118,4708	0,3737	1 139,6316	2,07
J-125	1 115,7346	0,2583	1 149,4695	3,3
J-126	1 112,8056	0,8996	1 149,0568	3,55
J-127	1 111,8605	0,4957	1 149,0353	3,64
J-128	1 111,0586	0,0791	1 149,0351	3,72
J-129	1 121,0392	0,8028	1 145,9315	2,44
J-130	1 122,1824	0,1393	1 139,5602	1,7
J-131	1 121,4587	0,2748	1 139,5589	1,77
J-132	1 120,2666	0,2184	1 139,5581	1,89
J-133	1 120,4128	0,075	1 139,5580	1,87

Tableau III-29 : charges et pression dans le réseau actuel (cas de pointe +incendie) (suite et fin).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-134	1 113,4954	0,8505	1 139,7477	2,57
J-135	1 111,4900	0,8004	1 139,0590	2,7
J-136	1 112,5803	1,7815	1 137,7936	2,47
J-137	1 101,6924	1,6514	1 134,6099	3,22
J-138	1 108,5936	0,7016	1 130,4900	2,14
J-139	1 098,9187	0,8795	1 118,5230	1,92
J-140	1 095,4213	17,501	1 105,559	1
J-141	1 101,5015	1,6607	1 148,2396	4,57
J-142	1 099,8832	0,7163	1 148,2213	4,73
J-143	1 100,0074	0,1931	1 148,2187	4,72
J-144	1 098,8457	0,4652	1 148,2168	4,83
J-145	1 098,4418	0,7468	1 148,2128	4,87
J-146	1 096,4220	0,3759	1 147,5275	5
J-147	1 099,6929	0,1744	1 148,2213	4,75
J-148	1 099,8832	0,6226	1 148,2216	4,73
J-149	1 100,6780	0,9338	1 148,2251	4,65
J-150	1 101,4399	0,6073	1 148,2332	4,58
J-151	1 100,8678	0,3315	1 148,2328	4,64
J-152	1 100,6198	0,3584	1 148,2210	4,66
J-153	1 099,3460	0,518	1 148,2026	4,78
J-154	1 099,2786	1,1247	1 148,1990	4,79
J-155	1 097,3688	1,0257	1 148,1896	4,97
J-156	1 122,7000	0,1982	1 139,5778	1,65
J-157	1 112,9593	0,1182	1 139,0589	2,55

Les pressions sont favorables (entre 1bars et 6bars).

Remarque : les schémas qui représente la simulation de fonctionnement de réseau existant (cas de pointe et cas de pointe+ incendie) dans l'annexe III.

Conclusion

Après la simulation on a constaté que notre réseau ne répond pas parfaitement aux exigences et aux normes de fonctionnement des réseaux d'eau potable, à savoir la pression doit être entre 10 à 60 m.c.e, et la vitesse d'écoulement entre 0,3 et 2 m/s.

CHAPITRE IV

**PROJECTION DE RESEAU POUR
L'HORIZON 2035**

Introduction

Dans ce chapitre on va projeter un nouveau réseau de distribution pour assurer une bonne répartition des pressions et pour obtenir des vitesses adéquates pour l'horizon 2035.

IV.1 Choix du type de réseau de distribution [4]

Les réseaux de distribution d'eau ont pour objectif de ramener l'eau, à partir du réservoir, jusqu'aux consommateurs (fournir le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles). Ces réseaux sont classés comme suite:

Le réseau ramifié:

La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule dans toute la canalisation, dans un seul sens (des conduites principales, vers des secondaires, vers des conduites tertiaires...). De ce fait, chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté. Ce type de réseau présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau.

Le réseau maillé :

Le réseau maillé dérive du réseau ramifié par connexion des extrémités des conduites (généralement jusqu'au niveau des conduites tertiaires) qui permettent une alimentation de retour. Ainsi chaque point du réseau peut être alimenté en eau par deux ou plusieurs côtés.

Ce type de réseau présente les avantages suivants:

- plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler, et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites).
- une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau.

Le réseau combiné (ramifiée et maillé):

Ce type de réseau est à privilégier en fonction de la nature de la structure de la zone à alimenter.

Pour le choix du type de réseau de distribution d'eau potable, nous devons tenir compte de l'emplacement des quartiers et des consommateurs ainsi que du relief.

IV.2 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.) Parmi les matériaux utilisés nous pouvons citer : la fonte, le PEHD et le PVC.

Dans le tableau (IV-1) ci dessous nous citons les avantages et les inconvénients de chaque type de matériau.

Tableau IV-1: Comparaison entre les différents types de matériau.

Type de matériau	Avantages	Inconvénients
fonte	<ul style="list-style-type: none">-bonne résistance aux forces internes.-très rigides et solides.- longueur des conduites variant de 6 à 16 m, donc nous obtenons une réduction des joints.- facilité de pose.	<ul style="list-style-type: none">-les tuyaux en fonte sont très lourds très chers.-risque de déformation des conduites pendant leur transport.-cout très élevé pendant la pose et mauvaise résistance au cisaillement.
pvc (polychlorure de vinyle)	<ul style="list-style-type: none">-bonne résistance à la corrosion.-disponible sur le marché.-une pose de canalisation facile.	<ul style="list-style-type: none">- risque de rupture.

Tableau IV-2: comparaison entre les différents types de matériau (suite).

type de matériau	avantages	inconvénients
PEHD (polyéthylène haute densité)	<ul style="list-style-type: none"> -bonne résistance à la corrosion. -disponibilité sur le marché -résistance aux conditions climatiques. -souplesse à l'utilisation. -légèreté et facilite d'utilisation. -facilité du transport et du stockage. -possibilité de raccordement. -un bon rapport qualité prix. -bonne durée de vie élevée. 	<ul style="list-style-type: none"> -nécessite une grande technicité pour la jonction.

Dans l'élaboration de notre projet nous opterons pour des conduites en PEHD.

IV.3 Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l'horizon 2035

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

- cas de pointe.
- cas de pointe plus incendie.

IV.3.1 Détermination des débits

La détermination des débits dans un réseau maillé s'effectue de la manière suivante.

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.
- On calcul le débit en route pendant l'heure de pointe.
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

IV.3.1.1 Cas de pointe

D'après les résultats du tableau II-23 (chapitre II) donnant la consommation horaire de notre agglomération, on constate que l'heure de pointe est entre 09h et 10h et égale à :

$$Q = 751,0252 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- **Débit spécifique (q_{sp})**

Il est donné par la relation : $q_{sp} = \frac{\sum Q_{route}}{\sum L_i}$

Avec : $L_i = 16191,6958\text{m}$. Donc on a : $Q_{sp} = \frac{749,7252 \times 1000}{16191,6958 \times 3600} = 0,01287 \text{ l/s/ml}$

IV.3.1.1.1 Débit pour chaque tronçon

Pour calculer ce débit on a utilisé l'expression suivante :

$$Q_r = q_{sp} \times L_i \dots\dots\dots (IV-1)$$

IV.3.1.1.2 débits nodal (Q_n)

La formule utilisée est la suivante : $Q_{ni} = 0.5 \times \sum Q_r + \sum Q_{conc} \dots\dots\dots (IV-2)$

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est égale a la somme de débit d'abattoir ($Q_{conc} = 0,3111 \text{ l/s/ml}$).

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe sont représentés dans le Tableau IV-3 : débits nodaux de réseau projeté.

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q_{sp} (l/s/ml)	Q_r (l/s)	0,5 Q_r (l/s)	Q_{cc} (l/s)	Q_n (l/s)
1	2	215,6791	0,01287	2,77579	1,38790	-	1,38790
2	2	215,6791		2,77579	4,08872	-	4,08872
	3	147,6616		1,90040			
3	4	272,0463		3,50124	5,25619	-	5,25619
	3	147,6616		1,90040			
4	9	669,1504		8,61197	4,80298	-	4,80298
	4	272,0463		3,50124			
	8	166,5557		2,14357			
5	5	307,782		3,96115	3,04980	-	3,04980
	5	307,782		3,96115			
	6	166,1567		2,13844			

Tableau IV-4: débits nodaux de réseau projeté (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
6	6	166,1567	0,01287	2,13844	3,89432	-	3,89432
	7	310,2448		3,99285			
	14	128,7768		1,65736			
7	7	310,2448		3,99285	4,65424	-	4,65424
	8	166,5557		2,14357			
	11	246,4693		3,17206			
8	10	73,7196		0,94877	5,38240	-	5,38240
	21	93,5563		1,20407			
	9	669,1504		8,61197			
9	10	73,7196		0,94877	3,09434	-	3,09434
	11	246,4693		3,17206			
	20	160,6716		2,06784			
10	15	105,8992		1,36292	1,51014	0,3111	1,82124
	14	128,7768		1,65736			
11	15	105,8992		1,36292	3,35289	-	3,35289
	16	214,8022		2,76450			
	19	200,3379		2,57835			
12	16	214,8022		2,76450	4,33322	-	4,33322
	17	181,6253		2,33752			
	31	276,9554		3,56442			
13	17	181,6253	2,33752	3,48621	-	3,48621	
	26	146,1118	1,88046				
	18	214,0211	2,75445				
14	18	214,0211	2,75445	3,70032	-	3,70032	
	19	200,3379	2,57835				
	20	160,6716	2,06784				
15	21	93,5563	1,20407	4,27965	-	4,27965	
	22	187,8644	2,41781				
	25	383,6381	4,93742				
16	22	187,8644	2,41781	3,76334	-	3,76334	
	23	396,9588	5,10886				
17	23	396,9588	5,10886	3,66234	-	3,66234	
	24	172,1697	2,21582				
18	24	172,1697	2,21582	7,85329	-	7,85329	
	25	383,6381	4,93742				
	27	358,3741	4,61227				
	46	306,2207	3,94106				
19	26	146,1118	1,88046	3,38843	-	3,38843	
	27	358,3741	4,61227				
	28	22,077	0,28413				
20	28	22,077	0,28413	3,19682	-	3,19682	
	29	210,9701	2,71519				
	42	263,7392	3,39432				

Tableau IV-5 : débits nodaux de réseau projeté (suite).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)
21	29	210,9701	0,01287	2,71519	3,07977	-	3,07977
	30	22,5022		0,28960			
	36	245,1243		3,15475			
22	30	22,5022		0,28960	3,63551	-	3,63551
	31	276,9554		3,56442			
	32	265,5013		3,41700			
23	32	265,5013		3,41700	4,64224	-	4,64224
	33	143,9058		1,85207			
24	35	311,9972		4,01540	4,00309	-	4,00309
	33	143,9058		1,85207			
25	34	478,1756		6,15412	7,19197	-	7,19197
	38	327,4611		4,21442			
	35	311,9972		4,01540			
26	34	478,1756		6,15412	4,51010	-	4,51010
	36	245,1243		3,15475			
	37	253,0521		3,25678			
27	41	202,6941		2,60867	4,35356	-	4,35356
	38	327,4611		4,21442			
	37	253,0521		3,25678			
28	39	96,0311		1,23592	3,51349	-	3,51349
	39	96,0311		1,23592			
29	58	449,9659		5,79106	5,60087	-	5,60087
	59	311,7349		4,01203			
	41	202,6941		2,60867			
	42	263,7392		3,39432			
30	43	92,2076		1,18671	2,59537	-	2,59537
	43	92,2076		1,18671			
31	45	311,1131		4,00403	5,03354	-	5,03354
	45	311,1131		4,00403			
	77	164,8796		2,12200			
33	46	306,2207	3,94106	3,13114	-	3,13114	
	77	164,8796	2,12200				
	49	198,5343	2,55514				
34	61	123,1654	1,58514	1,78873	-	1,78873	
	53	79,4346	1,02232				
35	49	198,5343	2,55514	11,30936	-	11,30936	
	54	451,5512	5,81146				
	51	443,1193	5,70295				
	56	204,6221	2,63349				
	63	658,1844	8,47083				

Tableau IV-6 : débits nodaux de réseau projeté (suite et fin).

N° du Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q _{sp} (l/s/ml)	Q _r (l/s)	0,5 Q _r (l/s)	Q _{cc} (l/s)	Q _n (l/s)																																																																																																																																																																										
36	52	315,2939	0,01287	4,05783	4,88039	-	4,88039																																																																																																																																																																										
	51	443,1193		5,70295				37	52	315,2939	4,05783	2,89364	-	2,89364	55	134,3789	1,72946	38	53	79,4346	1,02232	4,28162	-	4,28162	55	134,3789	1,72946	54	451,5512	5,81146	39	56	204,6221	2,63349	5,25639	-	5,25639	57	434,141	5,58739	64	178,0813	2,29191	40	60	232,2529	2,98909	5,08081	-	5,08081	61	123,1654	1,58514	57	434,141	5,58739	41	60	232,2529	2,98909	6,52479	-	6,52479	59	331,7349	4,26943	58	449,9659	5,79106	42	63	658,1844	8,47083	8,43700	-	8,43700	76	266,7918	3,43361	75	386,1343	4,96955	43	64	178,0813	2,29191	3,25578	-	3,25578	66	327,8673	4,21965	45	66	327,8673	4,21965	4,48071	-	4,48071	70	131,6035	1,69374	67	236,8321	3,04803	46	67	236,8321	3,04803	2,39840	-	2,39840	68	135,8799	1,74877	47	68	135,8799	1,74877	3,14527	-	3,14527	69	237,182	3,05253	71	115,7131	1,48923	48	70	131,6035	1,69374	4,08994	-	4,08994	69	237,182	3,05253	76	266,7918	3,43361	49	71	115,7131	1,48923	1,53724	-	1,53724	72	123,1735	1,58524	50	72	123,1735	1,58524	2,31729	-	2,31729	73	236,9339	3,04934	51	73	236,9339	3,04934	3,09638	-	3,09638	74	244,244	3,14342	52	74	244,244	3,14342	4,05648	-
37	52	315,2939		4,05783	2,89364	-	2,89364																																																																																																																																																																										
	55	134,3789		1,72946				38	53	79,4346	1,02232	4,28162	-	4,28162	55	134,3789	1,72946		54	451,5512	5,81146				39	56	204,6221	2,63349	5,25639	-		5,25639	57	434,141				5,58739	64	178,0813	2,29191	40	60		232,2529	2,98909	5,08081				-	5,08081	61	123,1654	1,58514	57		434,141	5,58739	41				60	232,2529	2,98909	6,52479	-	6,52479		59	331,7349	4,26943				58	449,9659	5,79106	42	63	658,1844	8,47083	8,43700	-	8,43700	76	266,7918	3,43361	75	386,1343	4,96955		43	64	178,0813				2,29191	3,25578	-	3,25578	66	327,8673	4,21965	45	66	327,8673	4,21965	4,48071	-	4,48071	70	131,6035		1,69374	67	236,8321				3,04803	46	67	236,8321	3,04803	2,39840		-	2,39840	68				135,8799	1,74877	47	68	135,8799	1,74877	3,14527	-	3,14527	69	237,182	3,05253	71	115,7131	1,48923	48	70	131,6035	1,69374	4,08994	-	4,08994	69	237,182	3,05253	76	266,7918	3,43361	49	71	115,7131	1,48923	1,53724	-	1,53724	72	123,1735	1,58524	50	72	123,1735	1,58524
38	53	79,4346		1,02232	4,28162	-	4,28162																																																																																																																																																																										
	55	134,3789		1,72946																																																																																																																																																																													
	54	451,5512		5,81146																																																																																																																																																																													
39	56	204,6221		2,63349	5,25639	-	5,25639																																																																																																																																																																										
	57	434,141		5,58739																																																																																																																																																																													
	64	178,0813		2,29191																																																																																																																																																																													
40	60	232,2529		2,98909	5,08081	-	5,08081																																																																																																																																																																										
	61	123,1654		1,58514																																																																																																																																																																													
	57	434,141		5,58739																																																																																																																																																																													
41	60	232,2529		2,98909	6,52479	-	6,52479																																																																																																																																																																										
	59	331,7349		4,26943																																																																																																																																																																													
	58	449,9659		5,79106																																																																																																																																																																													
42	63	658,1844		8,47083	8,43700	-	8,43700																																																																																																																																																																										
	76	266,7918		3,43361																																																																																																																																																																													
	75	386,1343		4,96955																																																																																																																																																																													
43	64	178,0813		2,29191	3,25578	-	3,25578																																																																																																																																																																										
	66	327,8673		4,21965																																																																																																																																																																													
45	66	327,8673		4,21965	4,48071	-	4,48071																																																																																																																																																																										
	70	131,6035		1,69374																																																																																																																																																																													
	67	236,8321		3,04803																																																																																																																																																																													
46	67	236,8321		3,04803	2,39840	-	2,39840																																																																																																																																																																										
	68	135,8799		1,74877																																																																																																																																																																													
47	68	135,8799		1,74877	3,14527	-	3,14527																																																																																																																																																																										
	69	237,182		3,05253																																																																																																																																																																													
	71	115,7131	1,48923																																																																																																																																																																														
48	70	131,6035	1,69374	4,08994	-	4,08994																																																																																																																																																																											
	69	237,182	3,05253																																																																																																																																																																														
	76	266,7918	3,43361																																																																																																																																																																														
49	71	115,7131	1,48923	1,53724	-	1,53724																																																																																																																																																																											
	72	123,1735	1,58524																																																																																																																																																																														
50	72	123,1735	1,58524	2,31729	-	2,31729																																																																																																																																																																											
	73	236,9339	3,04934																																																																																																																																																																														
51	73	236,9339	3,04934	3,09638	-	3,09638																																																																																																																																																																											
	74	244,244	3,14342																																																																																																																																																																														
52	74	244,244	3,14342	4,05648	-	4,05648																																																																																																																																																																											
	75	386,1343	4,96955																																																																																																																																																																														

IV.3.1.2 Cas de pointe + incendie

Pour ce cas, c'est le même calcul que le cas de pointe mais on doit s'assurer que le débit nécessaire qui est de 17l/s donné par le réservoir se trouve au nœud **J31** de cote de terrain **1112,3428m**.

Dans ce cas le débit d'incendie sera considéré comme un débit concentré donc :

$$Q_{ni} = 0,5 * Q_r + Q_{inc}$$

Donc la demande au niveau des nœuds reste inchangé (la même que celle dans le cas de pointe) sauf au nœud **J31** qui devient :

$$Q_{J31} = 5,03354 + 17 = 22,03354 \text{ L/S.}$$

IV.3.2 Détermination des diamètres

Nous allons déterminer les diamètres à partir de débit de pointe. Pour ce fait nous devons utiliser la condition des vitesses limites en se référant à la table d'ABRAMOV se trouvant à l'annexe IV-1 après la répartition arbitraire des débits (Annexe IV-2).

Tableau IV-7: détermination des diamètres.

Conduite	Start node	Stop node	Longueur (m)	D _{int} (mm)	D _{ext} (mm)	Matériau
p-1	R-1	J-1	2 536,4725	220,4	250	PEHD
p-2	J-1	J-2	215,6791	277,6	315	PEHD
p-3	J-2	J-3	147,6616	220,4	250	PEHD
p-4	J-2	J-4	272,0463	277,6	315	PEHD
p-5	J-4	J-5	307,782	96,8	110	PEHD
p-6	J-5	J-6	166,1567	141	160	PEHD
p-7	J-6	J-7	310,2448	176,2	200	PEHD
p-8	J-7	J-4	166,5557	277,6	315	PEHD
p-9	J-3	J-8	669,1504	141	160	PEHD
p-10	J-8	J-9	73,7196	352,6	400	PEHD
p-11	J-9	J-7	246,4693	352,6	400	PEHD
p-12	R-2	J-6	181,047	352,6	400	PEHD
p-13	R-2	J-10	203,1078	352,6	400	PEHD
p-14	J-10	J-6	128,7768	220,4	250	PEHD
p-15	J-10	J-11	105,8992	352,6	400	PEHD
p-16	J-11	J-12	214,8022	277,6	315	PEHD
p-17	J-12	J-13	181,6253	176,2	200	PEHD
p-18	J-13	J-14	214,0211	220,4	250	PEHD
p-19	J-14	J-11	200,3379	277,6	315	PEHD

Tableau IV-8 : détermination des diamètres (suite).

Conduite	Start node	Stop node	Longueur (m)	D _{int} (mm)	D _n (mm)	Matériau
p-20	J-14	J-9	160,6716	110,2	125	PEHD
p-21	J-8	J-15	93,5563	352,6	400	PEHD
p-22	J-15	J-16	187,8644	110,2	125	PEHD
p-23	J-16	J-17	396,9588	79,2	90	PEHD
p-24	J-17	J-18	172,1697	53,6	63	PEHD
p-25	J-18	J-15	383,6381	277,6	315	PEHD
p-26	J-13	J-19	146,1118	220,4	250	PEHD
p-27	J-19	J-18	358,3741	141	160	PEHD
p-28	J-19	J-20	22,077	176,2	200	PEHD
p-29	J-20	J-21	210,9701	63,8	75	PEHD
p-30	J-21	J-22	22,5022	176,2	200	PEHD
p-31	J-22	J-12	276,9554	220,4	250	PEHD
p-32	J-22	J-23	265,5013	220,4	250	PEHD
p-33	J-23	J-24	143,9058	110,2	125	PEHD
p-34	J-24	J-25	478,1756	79,2	90	PEHD
p-35	J-25	J-23	311,9972	110,2	125	PEHD
p-36	J-21	J-26	245,1243	176,2	200	PEHD
p-37	J-26	J-27	253,0521	110,2	125	PEHD
p-38	J-27	J-25	327,4611	53,6	63	PEHD
p-39	J-27	J-28	96,0311	96,8	110	PEHD
p-40	J-29	J-26	202,6941	96,8	110	PEHD
p-41	J-29	J-20	263,7392	96,8	110	PEHD
p-42	J-29	J-30	92,2076	110,2	125	PEHD
p-43	J-30	J-31	311,1131	63,8	75	PEHD
p-44	J-31	J-18	306,2207	352,6	400	PEHD
p-45	J-33	J-34	198,5343	220,4	250	PEHD
p-46	J-35	J-36	443,1193	79,2	90	PEHD
p-47	J-36	J-37	315,2939	141	160	PEHD
p-48	J-34	J-38	79,4346	220,4	250	PEHD
p-49	J-38	J-35	451,5512	110,2	125	PEHD
p-50	J-37	J-38	134,3789	176,2	200	PEHD
p-51	J-35	J-39	204,6221	110,2	125	PEHD
p-52	J-39	J-40	434,141	277,6	315	PEHD
p-53	J-28	J-41	449,9659	63,8	75	PEHD
p-54	J-41	J-29	331,7349	63,8	75	PEHD
p-55	J-40	J-41	232,2529	53,6	63	PEHD
p-56	J-33	J-40	123,1654	277,6	315	PEHD
P-57	J-35	J-42	658,1844	110,2	125	PEHD
p-58	J-39	J-43	178,0813	277,6	315	PEHD

Tableau IV-9 : détermination des diamètres (suite et fin).

Conduite	Start node	Stop node	Longueur (m)	D _{int} (mm)	D _n (mm)	Matériau
p-59	J-43	J-45	327,8673	277,6	315	PEHD
p-60	J-45	J-46	236,8321	220,4	250	PEHD
p-61	J-46	J-47	135,8799	141	160	PEHD
p-62	J-47	J-48	237,182	96,8	110	PEHD
p-63	J-48	J-45	131,6035	176,2	200	PEHD
p-64	J-47	J-49	115,7131	141	160	PEHD
p-65	J-49	J-50	123,1735	141	160	PEHD
p-66	J-50	J-51	236,9339	110,2	125	PEHD
p-67	J-51	J-52	244,244	79,2	90	PEHD
p-68	J-52	J-42	386,1343	53,6	63	PEHD
p-69	J-48	J-42	266,7918	110,2	125	PEHD
p-70	J-31	J-33	164,8796	352,6	400	PEHD

IV.4 Constatation et interprétation des résultats de simulation

IV.4 .1Cas de pointe

Tableau IV-10 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe).

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Q _{tr} (l/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
p-1	2 536,4725	250	75,6888	1,98	29,75
p-2	215,6791	315	74,3009	1,23	0,79
p-3	147,6616	250	13,9956	0,37	0,08
p-4	272,0463	315	56,2165	0,93	0,6
p-5	307,782	110	-3,8809	0,53	0,81
p-6	166,1567	160	-6,9307	0,44	0,21
p-7	310,2448	200	24,7973	1,02	1,37
p-8	166,5557	315	-55,2944	0,91	0,35
p-9	669,1504	160	8,7394	0,56	1,27
p-10	73,7196	400	-81,5806	0,84	0,1
p-11	246,4693	400	-75,4375	0,77	0,29
p-12	181,047	400	55,671	0,57	0,12
p-13	203,1078	400	77,2598	0,79	0,25
p-14	128,7768	250	-20,0487	0,53	0,13
p-15	105,8992	400	95,4372	0,98	0,19
p-16	214,8022	315	53,6124	0,89	0,43
p-17	181,6253	200	8,9399	0,37	0,12
p-18	214,0211	250	-25,5341	0,67	0,34
p-19	200,3379	315	-38,4719	0,64	0,22

Tableau IV-11: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite).

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Q _{tr} (l/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
p-20	160,6716	125	9,2374	0,97	1,12
p-21	93,5563	400	84,9376	0,87	0,14
p-22	187,8644	125	6,4265	0,67	0,67
p-23	396,9588	90	2,6631	0,54	1,38
p-24	172,1697	63	-0,9992	0,44	0,64
p-25	383,6381	315	-74,2315	1,23	1,41
p-26	146,1118	250	30,9878	0,81	0,33
p-27	358,3741	160	16,1017	1,03	2,11
p-28	22,077	200	11,4977	0,47	0,02
p-29	210,9701	75	1,3594	0,43	0,61
p-30	22,5022	200	-19,9718	0,82	0,07
p-31	276,9554	250	-40,3393	1,06	1,01
p-32	265,5013	250	16,732	0,44	0,19
p-33	143,9058	125	5,6727	0,59	0,41
p-34	478,1756	90	1,6697	0,34	0,7
p-35	311,9972	125	-6,417	0,67	1,11
p-36	245,1243	200	18,2515	0,75	0,61
p-37	253,0521	125	8,8536	0,93	1,63
p-38	327,4611	63	-0,8947	0,4	1,01
p-39	96,0311	110	5,3948	0,73	0,47
p-40	202,6941	110	-4,8877	0,66	0,82
p-41	263,7392	110	-6,9414	0,94	2,04
p-42	92,2076	125	3,4263	0,36	0,1
p-43	311,1131	75	0,8309	0,26	0,36
p-44	306,2207	400	-81,4807	0,83	0,42
p-45	198,5343	250	21,6947	0,57	0,23
p-46	443,1193	90	-1,9669	0,4	0,88
p-47	315,2939	160	-6,8473	0,44	0,38
p-48	79,4346	250	19,906	0,52	0,08
p-49	451,5512	125	5,8834	0,62	1,37
p-50	134,3789	200	-9,7409	0,4	0,11
p-51	204,6221	125	-6,7177	0,7	0,79
p-52	434,141	315	-45,5299	0,75	0,65
p-53	449,9659	75	1,8813	0,59	2,36
p-54	331,7349	75	-2,802	0,88	3,64
p-55	232,2529	63	1,8415	0,82	2,74
p-56	123,1654	315	52,4522	0,87	0,24
p-57	658,1844	125	3,2587	0,34	0,67
p-58	178,0813	315	33,5558	0,55	0,15
p-59	327,8673	315	30,3	0,5	0,23

Tableau IV-12 : vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite et fin).

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Q _{tr} (l/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
p-60	236,8321	250	12,8956	0,34	0,1
p-61	135,8799	160	10,4972	0,67	0,36
p-62	237,182	110	-2,5769	0,35	0,29
p-63	131,6035	200	-12,9236	0,53	0,17
p-64	115,7131	160	9,9289	0,64	0,28
p-65	123,1735	160	8,3916	0,54	0,22
p-66	236,9339	125	6,0743	0,64	0,76
p-67	244,244	90	2,978	0,6	1,05
p-68	386,1343	63	-1,0785	0,48	1,69
p-69	266,7918	125	6,2568	0,66	0,9
p-70	164,8796	400	77,2781	0,79	0,2

- la simulation montre que la majorité des vitesses sont entre 0,3m/s et 2m/s, qui permettent le bon fonctionnement du réseau (Annexe IV-3)

Tableau IV-13 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-1	1 131,5001	1,3879	1 152,2547	2,03
J-2	1 130,8423	4,0887	1 151,4604	2,02
J-3	1 137,0434	5,2562	1 151,3844	1,4
J-4	1 126,5204	4,803	1 150,8627	2,38
J-5	1 133,0511	3,0498	1 151,6731	1,82
J-6	1 136,3833	3,8943	1 151,8781	1,52
J-7	1 125,1091	4,6542	1 150,5077	2,49
J-8	1 120,6273	5,3824	1 150,1158	2,89
J-9	1 122,9369	3,0943	1 150,2165	2,67
J-10	1 134,2152	1,8712	1 151,7492	1,72
J-11	1 128,2783	3,3529	1 151,5558	2,28
J-12	1 125,9128	4,3332	1 151,1235	2,47
J-13	1 121,7881	3,4862	1 151,0022	2,86
J-14	1 122,1584	3,7003	1 151,3376	2,86
J-15	1 119,8635	4,2797	1 149,9781	2,95
J-16	1 125,6131	3,7633	1 149,3086	2,32
J-17	1 117,6731	3,6623	1 147,9254	2,96
J-18	1 116,1665	7,8533	1 148,5676	3,17
J-19	1 119,2024	3,3884	1 150,6744	3,08
J-20	1 118,7879	3,1968	1 150,6510	3,12

Tableau IV-14 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe) (suite et fin).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-21	1 121,5208	3,0798	1 150,0443	2,79
J-22	1 121,3966	3,6355	1 150,1109	2,81
J-23	1 121,9702	4,6422	1 149,9207	2,74
J-24	1 120,2257	4,0031	1 149,5136	2,87
J-25	1 117,7571	7,192	1 148,8118	3,04
J-26	1 114,7060	4,5101	1 149,4305	3,4
J-27	1 116,2164	4,3536	1 147,7981	3,09
J-28	1 115,4884	3,5135	1 147,3328	3,12
J-29	1 114,1218	5,6009	1 148,6122	3,38
J-30	1 111,9060	2,5954	1 148,5098	3,58
J-31	1 112,3428	5,0335	1 148,1503	3,5
J-33	1 108,6834	3,1311	1 147,9465	3,84
J-34	1 109,1573	1,7887	1 147,7164	3,77
J-35	1 101,7796	11,3094	1 146,2714	4,35
J-36	1 109,2151	4,8804	1 147,1523	3,71
J-37	1 113,4090	2,8936	1 147,5327	3,34
J-38	1 108,4410	4,2816	1 147,6379	3,84
J-39	1 100,3467	5,2564	1 147,0630	4,57
J-40	1 105,5552	5,0808	1 147,7085	4,13
J-41	1 107,8911	6,5248	1 144,9712	3,63
J-42	1 096,7143	8,437	1 145,6046	4,78
J-43	1 101,0860	3,2558	1 146,9125	4,48
J-45	1 099,3523	4,4807	1 146,6832	4,63
J-46	1 095,3743	2,3984	1 146,5785	5,01
J-47	1 097,7179	3,1453	1 146,2168	4,75
J-48	1 099,3867	4,0899	1 146,5094	4,61
J-49	1 096,7411	1,5372	1 145,9389	4,81
J-50	1 096,4677	2,3173	1 145,7224	4,82
J-51	1 096,2283	3,0964	1 144,9616	4,77
J-52	1 093,9215	4,0565	1 143,9149	4,89

- la simulation montre que les pressions sont bien réparties dans le réseau (entre 1bar et 6bar) (Annexe IV-4).

IV.4.2 Cas de pointe + incendie

Tableau IV-15: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Q _{tr} (l/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
p-1	2 536,4725	250	76,6844	2	30,47
p-2	215,6791	315	75,2965	1,24	0,81
p-3	147,6616	250	14,439	0,38	0,08
p-4	272,0463	315	56,7688	0,94	0,61
p-5	307,782	110	-5,3079	0,72	1,45
p-6	166,1567	160	-8,3577	0,54	0,29
p-7	310,2448	200	31,3545	1,29	2,12
p-8	166,5557	315	-57,2737	0,95	0,38
p-9	669,1504	160	9,1828	0,59	1,39
p-10	73,7196	400	-92,9397	0,95	0,13
p-11	246,4693	400	-83,9739	0,86	0,36
p-12	181,047	400	64,3462	0,66	0,16
p-13	203,1078	400	84,5889	0,87	0,3
p-14	128,7768	250	-20,7398	0,54	0,14
p-15	105,8992	400	103,4574	1,06	0,22
p-16	214,8022	315	56,7262	0,94	0,48
p-17	181,6253	200	11,0771	0,45	0,18
p-18	214,0211	250	-27,6179	0,72	0,39
p-19	200,3379	315	-43,3784	0,72	0,27
p-20	160,6716	125	12,0601	1,26	1,84
p-21	93,5563	400	96,7401	0,99	0,18
p-22	187,8644	125	6,6176	0,69	0,71
p-23	396,9588	90	2,8543	0,58	1,57
p-24	172,1697	63	-0,8081	0,36	0,43
p-25	383,6381	315	-85,8428	1,42	1,85
p-26	146,1118	250	35,2088	0,92	0,42
p-27	358,3741	160	20,1222	1,29	3,18
p-28	22,077	200	11,6982	0,48	0,02
p-29	210,9701	75	1,2392	0,39	0,51
p-30	22,5022	200	-20,9049	0,86	0,07
p-31	276,9554	250	-41,3159	1,08	1,06
p-32	265,5013	250	16,7755	0,44	0,19
p-33	143,9058	125	5,6841	0,6	0,41
p-34	478,1756	90	1,681	0,34	0,71
p-35	311,9972	125	-6,4492	0,68	1,12
p-36	245,1243	200	19,0643	0,78	0,67
p-37	253,0521	125	8,9905	0,94	1,68

Tableau IV-16: vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie) (suite et fin).

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Q _{tr} (l/s)	Vitesse (m/s)	H (m)
p-38	96,0311	125	-0,9382	0,42	1,11
p-39	202,6941	63	5,5751	0,76	0,49
p-40	263,7392	110	-5,5638	0,76	1,04
p-41	92,2076	110	-7,2621	0,99	2,22
p-42	306,2207	110	4,3044	0,45	0,16
p-43	198,5343	125	1,709	0,53	1,37
p-44	443,1193	75	-97,3036	1	0,58
p-45	315,2939	400	21,6899	0,57	0,23
p-46	79,4346	250	-1,9654	0,4	0,88
p-47	451,5512	90	-6,8458	0,44	0,38
p-48	134,3789	160	19,9012	0,52	0,08
p-49	204,6221	250	5,8801	0,62	1,37
p-50	434,141	125	-9,7394	0,4	0,11
p-51	331,7349	200	-6,7213	0,7	0,79
p-52	123,1654	125	-45,5347	0,75	0,65
p-53	658,1844	315	2,0616	0,64	2,8
p-54	178,0813	75	-2,9207	0,91	3,93
p-55	327,8673	75	1,5425	0,68	1,97
p-56	236,8321	63	52,158	0,86	0,24
p-57	135,8799	315	3,2575	0,34	0,67
p-58	237,182	125	33,5569	0,55	0,15
p-59	131,6035	315	30,3012	0,5	0,23
p-60	115,7131	250	12,8958	0,34	0,1
p-61	123,1735	160	10,4974	0,67	0,36
p-62	236,9339	110	-2,5768	0,35	0,29
p-63	244,244	200	-12,9247	0,53	0,17
p-64	386,1343	160	9,9289	0,64	0,28
p-65	266,7918	160	8,3917	0,54	0,22
p-66	164,8796	125	6,0744	0,64	0,76
p-67	327,4611	90	2,978	0,6	1,05
p-68	311,1131	63	-1,0785	0,48	1,69
p-69	449,9659	125	6,2579	0,66	0,91
p-70	232,2529	400	76,9791	0,79	0,2

- la simulation montre que les vitesses sont acceptables (Annexe IV-5).

Tableau IV-17 : charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-1	1 131,5001	1,3879	1 151,5260	1,96
J-2	1 130,8423	4,0887	1 150,7119	1,94
J-3	1 137,0434	5,2562	1 150,6313	1,33
J-4	1 126,5204	4,803	1 150,1032	2,31
J-5	1 133,0511	3,0498	1 151,5507	1,81
J-6	1 136,3833	3,8943	1 151,8407	1,51
J-7	1 125,1091	4,6542	1 149,7244	2,41
J-8	1 120,6273	5,3824	1 149,2410	2,8
J-9	1 122,9369	3,0943	1 149,3692	2,59
J-10	1 134,2152	1,8712	1 151,7033	1,71
J-11	1 128,2783	3,3529	1 151,4787	2,27
J-12	1 125,9128	4,3332	1 150,9988	2,46
J-13	1 121,7881	3,4862	1 150,8185	2,84
J-14	1 122,1584	3,7003	1 151,2064	2,84
J-15	1 119,8635	4,2797	1 149,0658	2,86
J-16	1 125,6131	3,7633	1 148,3589	2,23
J-17	1 117,6731	3,6623	1 146,7863	2,85
J-18	1 116,1665	7,8533	1 147,2197	3,04
J-19	1 119,2024	3,3884	1 150,4032	3,05
J-20	1 118,7879	3,1968	1 150,3790	3,09
J-21	1 121,5208	3,0798	1 149,8679	2,77
J-22	1 121,3966	3,6355	1 149,9403	2,79
J-23	1 121,9702	4,6422	1 149,7492	2,72
J-24	1 120,2257	4,0031	1 149,3406	2,85
J-25	1 117,7571	7,192	1 148,6300	3,02
J-26	1 114,7060	4,5101	1 149,2025	3,38
J-27	1 116,2164	4,3536	1 147,5231	3,06
J-28	1 115,4884	3,5135	1 147,0285	3,09
J-29	1 114,1218	5,6009	1 148,1624	3,33
J-30	1 111,9060	2,5954	1 148,0060	3,53
J-31	1 112,3428	22,0335	1 146,6400	3,36
J-33	1 108,6834	3,1311	1 146,4377	3,69
J-34	1 109,1573	1,7887	1 146,2077	3,63
J-35	1 101,7796	11,3094	1 144,7641	4,21
J-36	1 109,2151	4,8804	1 145,6438	3,57

Tableau IV-18: charges et pressions dans le réseau projeté (cas de pointe+incendie) (suite et fin).

Nœud	Elévation (m)	Q _n (l/s)	Charge (m)	Pression (bar)
J-37	1 113,4090	2,8936	1 146,0240	3,19
J-38	1 108,4410	4,2816	1 146,1292	3,69
J-39	1 100,3467	5,2564	1 145,5565	4,42
J-40	1 105,5552	5,0808	1 146,2022	3,98
J-41	1 107,8911	6,5248	1 144,2307	3,56
J-42	1 096,7143	8,437	1 144,0977	4,64
J-43	1 101,0860	3,2558	1 145,4060	4,34
J-45	1 099,3523	4,4807	1 145,1767	4,48
J-46	1 095,3743	2,3984	1 145,0719	4,86
J-47	1 097,7179	3,1453	1 144,7103	4,6
J-48	1 099,3867	4,0899	1 145,0028	4,46
J-49	1 096,7411	1,5372	1 144,4324	4,67
J-50	1 096,4677	2,3173	1 144,2158	4,67
J-51	1 096,2283	3,0964	1 143,4551	4,62
J-52	1 093,9215	4,0565	1 142,4083	4,75

- les pressions sont aussi acceptables (Annexe IV-6).

IV-5 Appareils et accessoires du réseau

Les accessoires qui devront être utilisé pour le réseau de distribution sont les suivants :

1- Robinet vanne

Ils 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.

2- Bouche ou poteau d'incendie

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 17(l/s) avec une pression de 1 bar. Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m.

3- Ventouses

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points le plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydraulique.

4- Robinets de vidange

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange.

5- Pièces de raccordement

- **Tés** : utilisés pour le raccordement des canalisations secondaires sur la canalisation principale.
- **Coudes** : utilisés en cas de changement de direction.
- **Cônes de réduction** : ce sont des organes de raccord en cas de changement de diamètre.

Conclusion

Le nouveau réseau présente un bon fonctionnement que ce soit en cas de pointe ou pointe plus incendie. De point de vue les pressions et les vitesses sont acceptables dans les deux cas.

CHAPITRE V

ADDITION ET POMPAGE

Introduction

L'étude des adductions et des stations de pompage fait partie de notre diagnostic, dans ce chapitre on va exposer les différentes défaillances que pose notre système d'adduction et de pompage de façon à trouver des solutions pour le bon fonctionnement des deux systèmes.

V.1 Choix du tracé [3]

Le choix du tracé de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on doit dans la mesure du possible de respecter :

- Le tracé doit être le plus court possible entre les ouvrages.
- Des ventouses doivent être prévues au point haut pour évacuer l'air qui s'y accumule, dans un souci économique et technique, on doit donc éviter le plus possible les contres pentes.
- Il serait préférable de suivre l'accotement des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement du matériau.

Pour notre projet on va garder l'ancien tracé choisie et projeté un nouveau forage (TZ6).

V.2 Choix du matériau

Le choix du matériau se fait en fonction :

- Du diamètre.
- Des pressions exigées.
- Des conditions d'installation.
- De la disponibilité sur le marché national.
- Du prix unitaire de pose de l'adduction.
- La facilité d'entretien en cas de fuites.

Dans notre projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD PN20 en raison des avantages qu'ils présentent :

- Disponibilité sur le marché (production locale)
- Résistance à de grandes pressions (>à 20 bars)
- Facile à poser (grande flexibilité) et possibilité d'enroulement en couronnes pour les petits diamètres.
- Longue durée de vie prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement (durée de vie 50 ans à 20°C).
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très fiable).
- Répond parfaitement aux normes de potabilité.

- Résiste à la corrosion interne, externe et micro biologique.
- Se raccorde facilement à d'autres réseaux (fonte, acier).
- Insensible aux mouvements de terrain (tremblement de terre).

V.3 Dimensionnement de l'adduction

V.3.1 Méthode de calcul [2]

Pour le calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes:

❖ **Formule de BRESS**

$$D = 1,5 \times \sqrt{Q} \dots\dots\dots(V.1)$$

❖ **Formule de BONNIN**

$$D = \sqrt{Q} \dots\dots\dots(V.2)$$

Q: Débit refoulé en m³/s.

Remarque : La formule de Bresse n'est valable que pour les petits projets (longueur de conduite <1 Km)

❖ **Calcul des pertes de charge**

❖ **Pertes de charge linéaires**

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- Diamètre D de la conduite en (m).
- Débit Q en (m³/s).
- La rugosité absolue exprimée en mm.
- La longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = I * L = \left\} \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots (V.3)$$

I : Coefficient de frottement

V: Vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m)

I: Gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \operatorname{Ln} \frac{v}{D})^{-2} \dots\dots\dots (V.4) \text{ (Formule de Nikuradzé)}$$

v : Rugosité absolue de la conduite

❖ **Pertes de charge singulières**

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....), elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_s = 0,10 * \Delta H_l \dots\dots\dots (V.5)$$

❖ **Pertes de charge totales (H_t)**

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,10 * \Delta H_l \dots\dots\dots(V.6) \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,10 * \Delta H_l \end{aligned}$$

❖ **Calcul de la hauteur manométrique totale Hmt**

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes et de la hauteur géométrique.

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t \dots\dots\dots (V.7)$$

Hg: La hauteur géométrique

H_a: Pertes de charge à l'aspiration

H_r: Pertes de charge au refoulement

❖ **Puissance absorbée par la pompe**

C'est la puissance fournie à la pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{\dots * g * Q * HMT}{\gamma} \dots \dots \dots (V.8)$$

: Rendement de la pompe en (%) (n=82%)

Q: Débit refoulé par la pompe en (m³/s)

g: Pesanteur (9.81 m/s²)

... : Masse volumique de l'eau (1000 Kg/m³).

❖ **Energie consommée par la pompe**

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]} \dots \dots \dots (V.9)$$

t: Temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas **t =20h**

P: Puissance de la pompe en (kW)

❖ **Frais d'exploitation**

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]} \dots \dots \dots (V.10)$$

E: Energie consommée par la pompe en (KWh))

e: Prix unitaire d'un KWh imposé par SONELGAZ. (e=4,17DA)

❖ **Frais d'amortissement**

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = P_{rc} * A \quad [DA] \dots\dots\dots (V.11)$$

P_{rc} : Prix de la conduite en (DA), voir les annexes (**Annexe V-1**)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad \dots\dots\dots(V.12)$$

i: Taux d'annuité annuel, i = 8 %

n: Nombre d'années d'amortissement, n =21 ans

$$A = \frac{0,08}{(0,08 + 1)^{21} - 1} + 0,08 = 0,0998 = 9,98\%$$

V.3.2 Dimensionnement de l'adduction (SP₂₋₃- R1)

Le débit d'exploitation de station de pompage (SP) est calculé par la formule suivante :

$$Q_{exp} = \frac{Q_{max, j}}{t * 3600} \quad \dots\dots\dots(V.13)$$

Q_{exp} : Débit d'exploitation (m³/s)

$Q_{max,j}$: Débit maximum journalier (m³/j) ; $Q_{max,j} = 8251,2 \text{ m}^3/\text{j}$.

t : Durée de fonctionnement de la station par jour, **t = 20 h**.

$$Q_{exp,SP} = \frac{8251,2}{20 * 3600} \Rightarrow Q_{exp, SP} = 114,6 \text{ L/s};$$

➤ **Analyse de la capacité de la bache de reprise**

La bache de reprise dans notre cas joue un rôle transitoire. Son dimensionnement est basé sur le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge qui est généralement, estimé à un quart d'heure (15min).

Le volume de la bache de reprise est déterminé selon la formule suivante :

$$V_{bache} = \frac{Q_{max\ j} * t}{20} \dots\dots\dots(V.14)$$

Avec :

$Q_{max,j}$: Débit maximal journalier total.

T: Temps de fonctionnement de la station de pompage (T = 20h)

t : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge (t=0,25h)

$$V_{bache} = (8251,2 * 0,25 / 20) = \mathbf{103,14m^3}$$

Donc la capacité de la bache est 200m³.

Le diamètre de la conduite moyennant la relation (V.2) est tel que :

$$D = \sqrt{0.1146} \Rightarrow D = 0,339m \quad \text{donc : } \mathbf{D = 339\ mm}$$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau V-1: Calcul de la Hmt du tronçon (SP₂₋₃-R1)

Diamètre	Longueur	Débit	Vitesse		H _{lin}	H _{totale}	Hg	HMT
200	8430	114,6	3,65	0,0115	329,14	362,06	138	500,06
250	8430	114,6	2,34	0,0111	104,46	114,90	138	252,90
315	8430	114,6	1,47	0,0106	31,24	34,37	138	172,37
400	8430	114,6	0,912	0,0102	9,11	10,02	138	148,02
500	8430	114,6	0,584	0,0098	2,87	3,16	138	141,16

Tableau V-2: Calcul des frais d'amortissement du tronçon (SP₂₋₃-R1)

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
200	3364,46	8430	2830567,3
250	5233,61	8430	4403109,36
315	8215,49	8430	6911806,75
400	12821,66	8430	10787042,1
500	19998,73	8430	16825211,5

Tableau V-3: Calcul des frais d'exploitation du tronçon (SP₂₋₃-R1)

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh/an)	F _{exploit} (DA)
200	685,59	5004777,21	20869921
250	346,73	2531112,58	10554739,5
315	236,32	1725139,88	7193833,29
400	202,94	1481436,47	6177590,09
500	193,53	1412779,17	5891289,13

Tableau V-4: Bilan du tronçon (SP₂₋₃-R1)

Diamètre (mm)	200	250	315	400	500
F _{exploit} (DA)	20869921	10554739,5	7193833,29	6177590,09	5891289,13
F _{amort} (DA)	2830567,3	4403109,36	6911806,75	10787042,1	16825211,5
Bilan (DA)	23700488	14957849	14105640	16964632,2	22716501

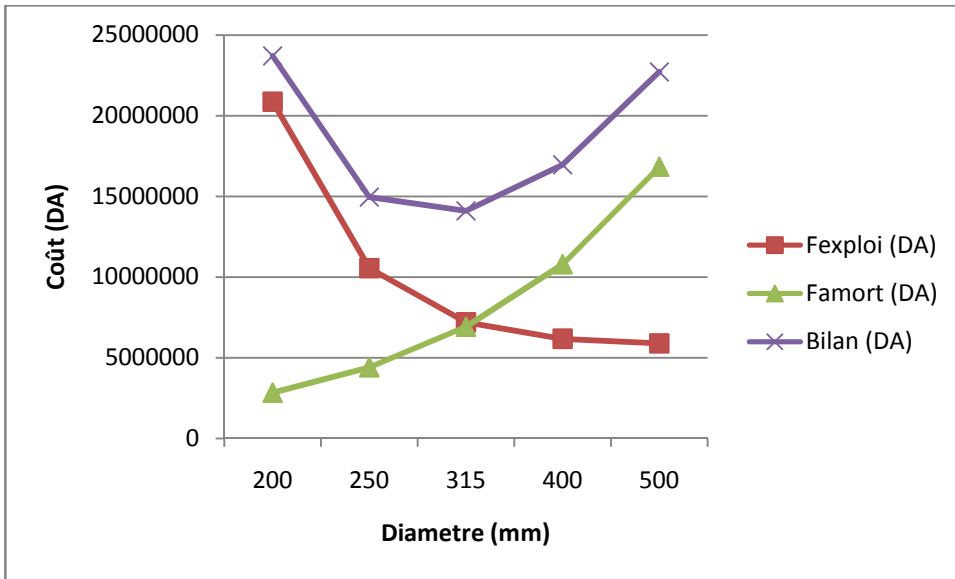


Figure V-1 : Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 315 mm, avec une vitesse de 1,47 m/s et sur une longueur de 8430m.

V.3.2 Dimensionnement de l'adduction (TZ6- R2)

Le débit d'exploitation du forage (TZ6) est calculé comme suit :

$$Q_{\text{exp}} = \frac{Q_{\text{max},j}}{t * 3600}$$

Q_{exp} : Débit d'exploitation (m^3/s)

$Q_{\text{max},j}$: Débit maximum journalier (m^3/j) ; $Q_{\text{max},j} = 2160 \text{ m}^3/\text{j}$

t : Durée de fonctionnement de la station par jour, $t = 20 \text{ h}$.

$$\text{A.N: } Q_{\text{exp}} = \frac{2160}{20 * 3600} \Rightarrow Q_{\text{exp}} = 30 \text{ L/s}$$

Le diamètre de la conduite moyennant la relation (V.2) est tel que :

$$D = \sqrt{0,03} \Rightarrow D = 0,173\text{m} \quad \text{donc : } \mathbf{D = 173 \text{ mm}}$$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau V-5: Calcul de la Hmt du tronçon (TZ6-R2)

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)		H _{lin} (m)	H _{totale} (m)	H _g (m)	HMT (m)
125	5200	30	2,44	0,0126	159,05	174,96	122	296,96
160	5200	30	1,5	0,012	57,25	62,97	122	184,97
200	5200	30	0,96	0,0115	22,47	24,72	122	146,72
250	5200	30	0,6	0,0111	8,47	9,32	122	131,32

Tableau V-6: Calcul des frais d'amortissement du tronçon (TZ6-R2)

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
125	1291,05	5200	698871,186
160	2109,40	5200	1141860,41
200	3364,46	5200	1821249,49
250	5233,61	5200	2833057,77

Tableau V-7: Calcul des frais d'exploitation du tronçon (TZ6-R2)

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh/an)	F _{exploit} (DA)
125	106,58	778031,579	3244391,68
160	66,39	484619,144	2020861,83
200	52,66	384404,611	1602967,23
250	47,13	344056,799	1434716,85

Tableau V-8: Bilan du tronçon (TZ6-R2)

Diamètre (mm)	125	160	200	250
$F_{\text{explo}} \text{ (DA)}$	3244391,68	2020861,83	1602967,23	1434716,85
$F_{\text{amort}} \text{ (DA)}$	698871,186	1141860,41	1821249,49	2833057,77
Bilan (DA)	3943262,87	3162722,24	3424216,7	4267774,6

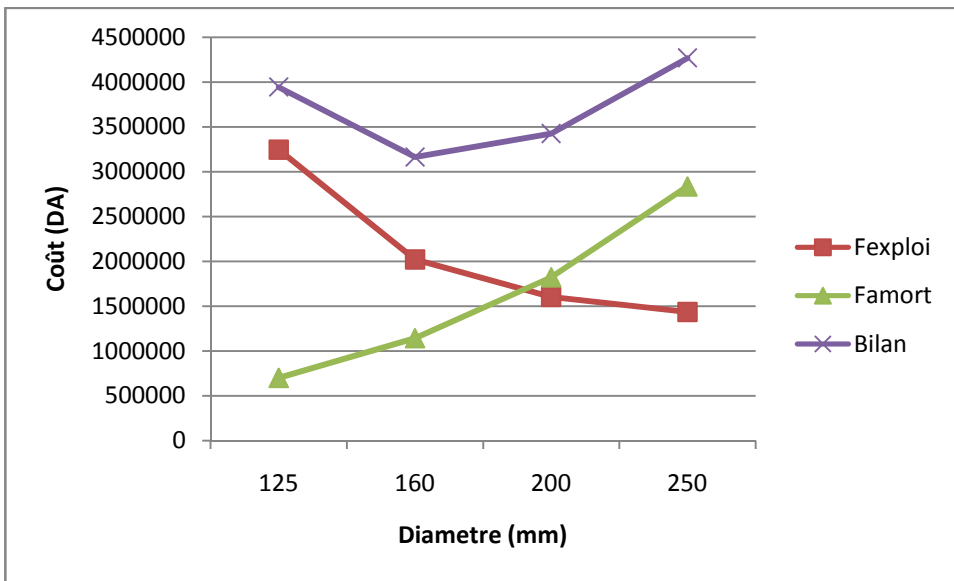


Figure V-2 : Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 160mm, avec une vitesse de 1,5 m/s et sur une longueur de 5200 m

V.4 Etude de pompage

L'étude de pompage nous permet de choisir la pompe idéale pour notre système d'adduction afin d'assurer le débit appelé et la hauteur manométrique demandée, à savoir la station de reprise d le groupe électropompe immergé du forage.

a. Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur Hmt ;
- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Etre fabriquée en série.

On opte pour les pompes ITALIE (pompes centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal) de marque **CAPRARI**.

En plus de ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelée avec une vitesse de rotation variant (1450-3500) tr/min

b. Choix du nombre de pompes

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes n minimal ;
- Meilleur rendement ;
- Charge nette d'aspiration requise $(NPSH)_r$ minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

Tableau V-9: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre de la station de reprise

n	Q appelé (L/s)	Hmt appelée (m)	Type de Pompe	η (%)	Vitesse (tr/min)	P_{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	\varnothing roue (mm)
1	114,6	172,37	-	-	-	-	-	-
2	56	171	PM125/3F	74,5	2900	200	4,45	125
3	40	176	PM100/3B	77.1	2900	110	4,45	100
4	30	176	PM100/3C	77	2900	75	3,42	100

A partir du tableau ci-dessus, on déduit que la variante de trois (03) pompes est la meilleure du point de vue rendement, vitesse de rotation et puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Remarque :

On opte pour un nombre de pompe de trois (03) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (04) pompes sont identiques de type **PM100/2C.CAPRARI**.

Tableau V-10 : Caractéristique du groupe électropompe immergé du forage (TZ6)

n	Q appelé (L/s)	Hmt appelée (m)	Type de Pompe	η (%)	Vitesse (tr/min)	P_{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	\varnothing roue (mm)
1	30	185	E8S64/10A MC8100	76,9	2900	75	3,89	197

c. Courbes caractéristiques

Les courbes caractéristiques des pompes choisies sont montrées dans les fiches techniques dans les annexes.

- La pompe de type **PM100/3B** (courbe caractéristique, **Annexe V-3**)
- La pompe de type **E8S64/10A+MC8100** (courbe caractéristique, **Annexe V-4**)

V.5 Etude du coup de bélier [1], [2]

V.5.1 Introduction

Le coup de bélier étant un cas particulier du régime transitoire, est un phénomène oscillatoire qui se manifeste dans les conduites entre deux régimes permanents.

On entend aussi sous le terme « coup de bélier » un écoulement non permanent du liquide accompagné des variations pratiquement sensibles de la pression qui peuvent devenir dangereuses pour la tuyauterie. Ces variations résultent d'une perturbation des conditions permanentes d'écoulement.

C'est le nom que l'on donne à une onde de choc hydraulique, lorsqu'un liquide non compressible comme l'eau, est stoppé net dans une canalisation. Autrement dit, c'est l'arrêt brutal de la circulation de l'eau lorsqu'un robinet (ou tout autre appareil) se ferme.

V.5.2 Causes du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- L'ouverture ou la fermeture des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaire.
- La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement.
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP.
- La modification de la vitesse d'une pompe.
- La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage est cependant la cause la plus répandue du coup de bélier.
- La mise en marche ou la modification de l'opération d'une turbine

Remarque :

Dans ce projet, on propose comme moyen de protection des installations, le réservoir d'air.

V.5.3 Calcul des réservoirs d'air

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air.

Comme méthodes de calcul, on distingue :

- **Méthode de VIBERT**

La méthode de VIBERT donne de bons résultats pour les petites installations et risque de donner des volumes de réservoirs d'air, important dans le cas de grandes installations.

- **Méthode de BERGERON**

La méthode de BERGERON est la plus répandue, elle donne de bons résultats que ça soit pour les petites ou pour les grandes installations.

- a. **Dimensionnement des réservoirs d'air**

On calculera la célérité d'onde à l'aide de la formule suivante (**B. SALAH**) :

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K * 2 * a * (1 - \mu_m^2) * (1 - \mu_s)}{(1 - \mu_m^2) * a * E_s + E_m * e_m * (1 - \mu_s)}}} \text{ (m / s)} \dots\dots\dots \text{ (V.15)}$$

Avec :

C: Célérité d'onde en (m/s)

K : Coefficient d'élasticité de l'eau ; K = 2.07*10⁹ Pascal.

ρ : Masse volumique de l'eau ; ρ = 1000 kg / m³

E_m : Module de Young du matériau de la conduite ; E_m = 1.2*10⁹ pour PEHD.

E_s : Module de Young du sol ; E_s = 2*10⁸ Pascal.

μ_m : Coefficient de poisson du matériau. μ_m=0,50 (PEHD).

μ_s : Coefficient de poisson du sol entourant la conduite. μ_s=0.33

e_m : Epaisseur de la conduite (m). ($e_m=0.0352\text{m}$ pour $\varnothing 315$) et ($e_m=0.0179\text{m}$ pour $\varnothing 160$)

a : Rayon intérieur de la conduite (m).

Remarque :

Concernant les caractéristiques des matériaux et de sol, voir les annexes, (**Annexe V-5**)

La charge tenant compte du coup de bélier:

$$Z = Hg + \frac{C * V_0}{g}$$

V_0 : Vitesse moyenne de refoulement en (m/s).

g : Accélération de pesanteur. (m/s²)

La charge statique absolue: $Z_0 = Hg + 10$

La charge maximale absolue:

$$Z_{\max} = Z_0 + \frac{C * V_0}{g}$$

On a:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{Z_{\max}}{Z_0} \\ h_0 = \frac{V_0^2}{2 * g} \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Abaque de VIBERT} \Rightarrow \frac{U_0}{LS}; \frac{Z_{\min}}{Z_0} \text{ voir les annexes, (Annexe V-6)}$$

$$U_0 = \frac{U_0}{L * S} * L * S$$

$$U_0 * Z_0 = U_{\max} * Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{U_0}{\frac{Z_{\min}}{Z_0}}$$

U_{\max} : volume du réservoir d'air.

Application

- **Les données de base**

Les caractéristiques de l'adduction de refoulement sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau V-11: Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement

Adduction	Type de matériau	D (mm)	S (m ²)	V (m/s)	L (m)	Hg (m)
S_{2-3-R1}	PEHD	315	0,078	1,47	8430	138
TZ6-R2	PEHD	160	0,02	1,5	5200	122

- **Calcul de la célérité d'onde C**

Les résultats trouvés pour le calcul de la célérité d'onde C sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau V-12: Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulements

Adduction	K (Pa) (*10 ⁹)	(Kg/m ³)	a (m)	ν_m	ν_s	E _s (Pa) (*10 ⁸)	E _m (Pa) (*10 ⁹)	e _m (m)	C (m/s)
SP_{2-3-R1}	2,07	1000	0,2446	0,5	0,33	2	1,2	0,0352	534,55
TZ6-R2	2,07	1000	0,1242	0,5	0,33	2	1,2	0,0179	484,33

- **Calcul des capacités des différents réservoirs d'air**

Les résultats trouvés pour le calcul de volume des réservoirs d'air sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau V-13: Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement

Adduction	(SP₂₋₃-R1)	(TZ6-R2)
Z ₀ (m)	148	132
Z _{max}	228,101	206,06
V ₀ (m/s)	1,47	1,5
g (m/s ²)	9,81	9,81
h ₀	0,110	0,115
h ₀ / Z ₀	7,4x10 ⁻⁴	0,87x10 ⁻³
U ₀ / (L*s)	1,1x10 ⁻²	1,05x10 ⁻²
Z _{min} / Z ₀	0,69	0,68
U ₀ (m ³)	7,233	1,092
U _{max} (m ³)	4,693	1,61
Volume normalisé (litres)	5000	1000

Conclusion

Dans cette partie nous avons redimensionné les conduites d'adduction et les stations de pompes de telle manière à assurer le débit nécessaire à l'agglomération pour l'horizon d'étude, on a fait aussi le calcul des réservoirs d'air des deux installations afin de les protéger contre le régime transitoire.

CHAPITRE VI
LES RESERVOIRS

Introduction

Le rôle des réservoirs est de stocker l'eau sur les périodes où la demande des populations est faible et de pouvoir fournir un débit plus important lorsque la demande augmente.

Les avantages

- Ils servent à compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la consommation (débit de pointe et autres)
- Ils constituent une réserve pour les imprévus (panne des pompes, répartition, extension du réseau...).
- Régularité dans le fonctionnement du pompage, Les pompes refoulent à un débit constant.
- Régularité des pressions dans le réseau.
- Réserve incendie garantie une partie du volume est réservé pour la lutte contre l'incendie.

VI.1 Le réservoir d'équilibre

S'il n'est pas possible de placer le réservoir au centre de la localité et si celle-ci est très étendue, la pression peut devenir insuffisante à l'extrémité du réseau, particulièrement aux heures de pointe.

On a alors recours à un ou plusieurs réservoirs d'équilibre, en liaison avec le réservoir principal.

Les réservoirs d'équilibre se remplissent la nuit au moment des très faibles consommations.

La journée ces réservoirs alimentent leur zone d'action avec des pressions supérieures à ce que pourrait fournir le réservoir principal seul.

VI.2 La capacité des réservoirs

La capacité du réservoir varie selon les besoins en eau et le type de localités. Les éléments qu'on va les prendre en considération sont:

- besoins publics,
- exploitations agricoles,

- besoins des végétaux,
- alimentation humaine,
- autres besoins.

Il faudra tenir également compte des fontaines et de la réserve incendie.

Le réservoir doit pouvoir emmagasiner, d'une part ce qui arrive en trop et d'autre part le cube destiné à être distribué.

Dans la pratique il est conseillé de faire une étude technico-économique:

-Technique: avoir un volume minimum pour qu'il assure l'eau fraîche et répond aux besoins d'au moins une journée de consommation.

-Économique: il faut qu'on apte à un cout géni civile le plus minimum que possible.

VI.3 Les forme

En règle générale, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux.

Ces formes permettent une construction statique adaptable, une exécution solide ainsi que des agrandissements sans difficultés majeures.

Des grands réservoirs circulaires peuvent être réalisés en béton précontraint. Les avantages sont une bonne stabilité des talus d'excavation et un moindre risque de fissuration, ce type d'exécution ne convient pas dans un terrain en pente soumis à des sollicitations.

VI.4 La hauteur d'eau

La hauteur d'eau est essentiellement déterminée par les aspects économiques de la Construction, elle ne devrait pas dépasser 6m. Une hauteur supérieure complique le nettoyage du réservoir et provoque pendant l'exploitation des variations excessives de pression dans la zone de distribution.

Les valeurs suivantes peuvent être prises en considération pour des réservoirs petits et moyens :

Tableau VI-1: les hauteurs en fonction des capacités des réservoirs.

Capacité utile (m³)	Hauteur d'eau optimum (m)
jusqu'à 500	3 à 4
1000	4 à 5
5000	5 à 6

VI.5 L'implantation et terrain

Pour des raisons économiques, on doit choisir le site d'implantation du réservoir de telle manière que l'ensemble des matériaux d'excavation est réutilisé pour les talus latéraux et la couverture, de plus on évite les pentes et les terres instables surtout si le volume est important.

VI.6 Les équipements hydrauliques des réservoirs d'eau [5]

On présentera le système de canalisation avec les différents éléments constituant les réservoirs d'eau et leurs fonctions.

Le réservoir d'eau doit être équipé :

- d'une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- une conduite de départ ou de distribution.
- une conduite de vidange.
- une conduite de trop-plein.
- Conduite by-pass.

Ces conduites sont commandées dans une chambre de manœuvre.

➤ **La conduite d'arrivée :**

Le branchement de cette conduite sur le mur du réservoir a une grande influence. Elle est arrivée dans la cuve par le haut en siphon noyé ou dénoyée ou noyée par le bas, placée à l'opposé de la conduite de départ afin de provoquer le brassage.

On préfère l'arrivée par le haut dénoyée en cas d'eau de forages pour permettre l'aération et l'élimination de toute agressivité d'eau.

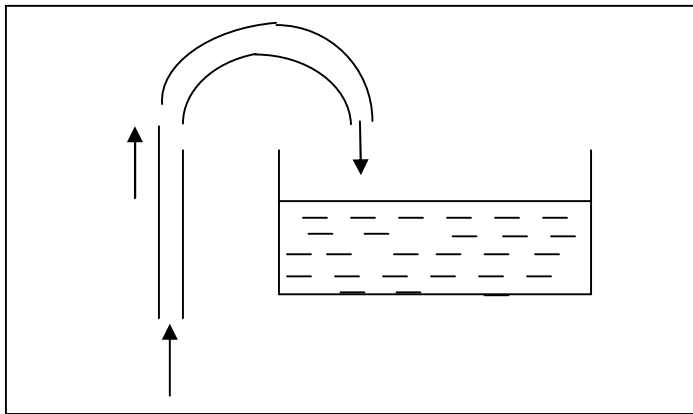


Figure VI-1 Adduction chute libre

➤ **Conduite de départ ou de distribution :**

C'est la conduite qui véhicule l'eau du réservoir (cuve) vers l'agglomération. Son orifice sera disposé à l'opposé de la conduite d'arrivée ; elle est placée à quelques centimètres (15/20 cm) au dessus du fond de la cuve, pour éviter l'introduction des matières en suspension ou de l'air. L'extrémité est munie d'une crépine courbée à fin d'éviter le phénomène de vortex (pénétration d'air dans la conduite).

Cette conduite est équipée d'une vanne à survitesse, permettant la fermeture rapide en cas de rupture au niveau de cette conduite.

➤ **La conduite du trop-plein :**

Cette conduite a pour rôle d'évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir sans provoquer de déversement. Pour le cas où la pompe d'alimentation ne sera pas arrêtée l'extrémité supérieure de cette conduite jouant le rôle d'un déversoir circulaire permettant cette évacuation. Elle est munie d'un siphonage.

➤ **La conduite de vidange :**

Elle permet la vidange du réservoir d'eau en cas de nettoyage ou d'éventuelles réparations. Il est nécessaire de prévoir la vidange au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein .Elle est munie d'un robinet vanne qui doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable qui entraîne une difficulté de manœuvre.

On a intérêt à n'effectuer cette vidange que sur un réservoir préalablement presque vidé en exploitation.

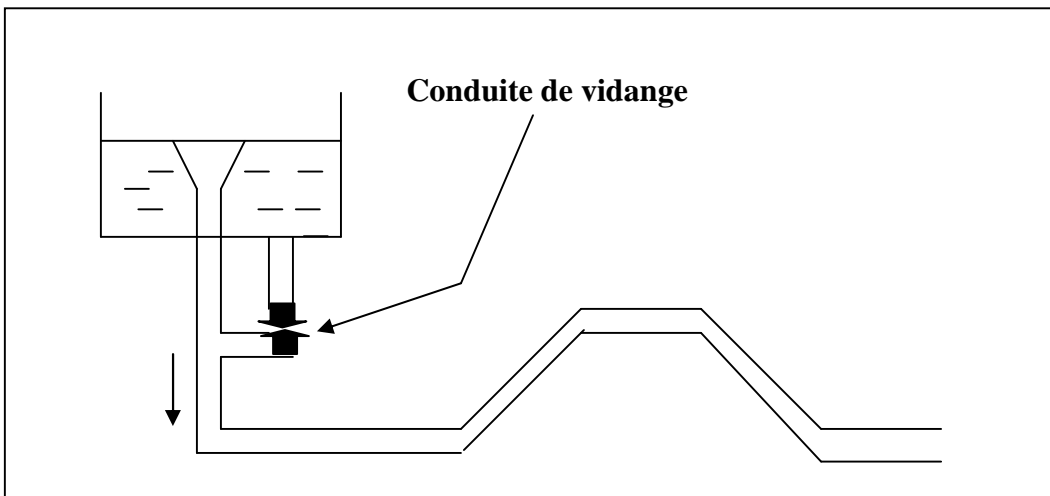


Figure VI-2 Siphon de trop-plein

➤ **La conduite by-pass**

Pour assurer la continuité de la distribution, en cas de travaux de maintenance ou dans le cas de vidange de la cuve ; on relie la conduite d'adduction à celle de la distribution par un tronçon de conduite appelé By-pass.

Cette conduite assure l'injection directe et l'isolement du réservoir.

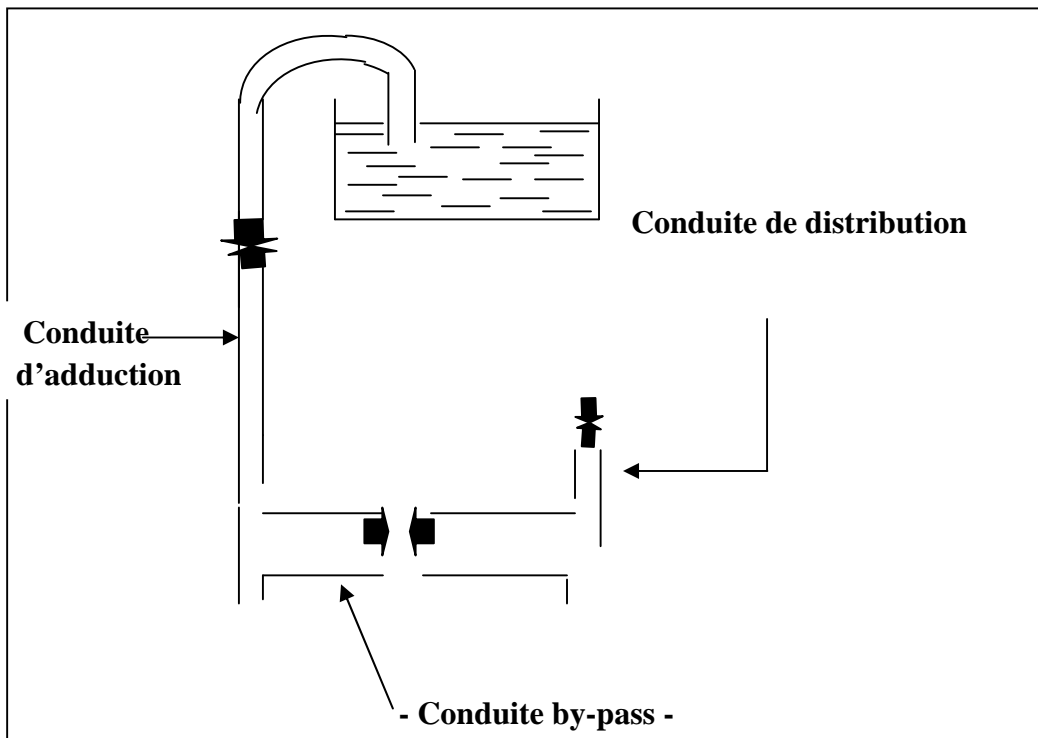


Figure VI-3 La conduite by-pass

➤ **Quelque principe concernant la réserve d'incendie:**

-La réserve incendie ne doit servir à aucun autre usage.

- Le pression statique doit être acceptable et la pression de service ne doit ne pas tomber au-dessous de l'ordre admissible lors de l'emploi de la quantité d'eau nécessaire à l'extinction dans la zone concernée.

-elle est de l'ordre de 120 m^3 (assure un débit de 17 l/s pendant deux heures)

-dans le cas ou le risque d'incendie est faible cette réserve est assurée par le réseau lui-même.

VI.7 Calcul des débits donnés par chaque réservoir

VI.7.1 cas de pointe

1. Le débit donné par le réservoir R_1 (Q_{R1}) :

On a la somme de débits aux nœuds pour le cas de pointe :

$$Q_{ni} = 208,5681 \text{ l/s}$$

Le volume total des 2 réservoirs est égal 3000 m^3 , et le volume du réservoir (R_1) égal 1000 m^3

Le débit Q_{R1} qui sera égal :

$$Q_{R1} = (1000 \cdot 208,5681) / 3000 = 69,5227 \text{ l/s}$$

Donc:

$$\boxed{Q_{R1} = 69,5227 \text{ l/s}}$$

2. Le débit donné par le réservoir R_2 (Q_{R2}) :

De la même façon on calcul le débit donné par le réservoir R_2 :

Donc.

$$Q_{R2} = (2000 \cdot 208,5681) / 3000 = 139,0454 \text{ l/s}$$

Donc.

$$\boxed{Q_{R2} = 139,0454 \text{ l/s}}$$

VI.7.2 cas de pointe + incendie

Pour ce cas, nous avons considéré que l'incendie aura lieu au nœud **J-31**

Pour notre calcul nous avons considéré que le débit d'Incendie est donné par le réservoir R_2 :

Donc :

- $Q_{R1} = 75,1894 \text{ l/s}$
- $Q_{R2} = 150,3787 \text{ l/s}$

Conclusion

Ce chapitre nous a présenté le rôle des réservoirs et les équipements.

On a calculé le débit donné par chaque réservoir dans les deux cas de fonctionnement :

-cas de pointe.

-cas de pointe plus incendie.

CHAPITRE VII

ESTIMATION QUANTITATIVE ET

FINANCIERE DU NOUVEAU RESEAU

D'AEP

Introduction

Le but de ce chapitre est de trouver le cout du réseau d'alimentation en eau potable de la ville ELMAHMEL pour l'horizon 2035.

VII.1 Partie calcule de projet

Dans cette partie on va définir les travaux à entreprendre, calculer leurs volumes et estimer leurs coûts.

Avoir une méthode d'ordonnement des travaux nous permet de décomposer l'ouvrage ou les ouvrages à réaliser en plusieurs opérations.

Les travaux à faire concernent la mise en place de la conduite du réseau d'alimentation en eau potable

VII.2 Choix et calcul les grandeurs de la section transversale de la tranchée

On a choisir la section rectangulaire :

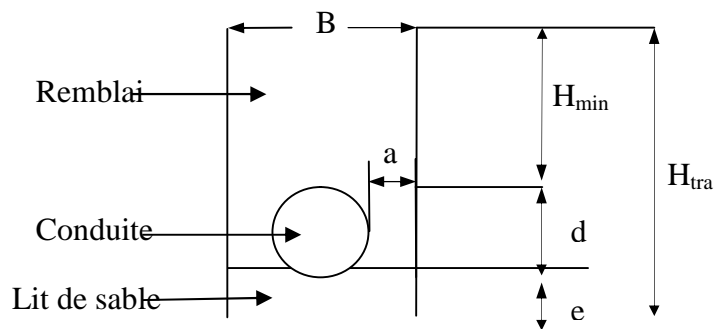


Figure VII-1 Section type de tranchée

1- calcul la largeur de la tranchée B :

$$B = d + 2a$$

a: La valeur de « a » est égale à 0.5 m.

d: diamètre de la conduite.

2- Calcul de la profondeur de la tranchée H_{tra} :

$$H_{tra} = e + d + H_{min}$$

H_{min} : profondeur minimale au dessus de la génératrice supérieure de la conduite, égale en générale 1 m.

e : épaisseur du lit de sable égale à 0,20m.

d: diamètre de la conduite.

Tableau VII-1 : calcul les grandeurs de la section de tranchée.

Diamètre (m)	Longueur Total (m)	H_{tra} (m)	B (m)
0,400	1374,8995	1,6	1,4
0,315	2516,3143	1,515	1,315
0,250	4230,3015	1,45	1,25
0,200	1047,556	1,4	1,2
0,125	2918,4596	1,325	1,125
0,110	1106,6927	1,31	1,11
0,090	1562,4977	1,29	1,09
0,075	1303,784	1,275	1,075
0,063	1118,018	1,263	1,063

VII.3 Définitions des travaux et calcul leurs volumes et coûts

On va calculer le volume de travaux de pose de canalisation des conduites du réseau de distribution.

VII.3.1 Calcul les volumes des travaux

➤ Volume de déblai :

$$V_d = S_d * L$$

S_d : section de déblai, $S_d = B * H_{tra}$.

L : longueur des conduites de même diamètre.

➤ Le volume de lit de sable :

$$V_{l.s} = S_{l.s} * L$$

$S_{l.s}$: surface de lit de sable ; $S_{l.s} = B * e$.

L : longueur des conduites de même diamètre.

➤ Le volume des conduites :

$$V_c = S_c * L$$

$$S_c : \text{la surface de la conduite ; } S_c = \frac{\pi d^2}{4} .$$

L : longueur des conduites de même diamètre.

➤ Le volume de remblai :

$$V_r = V_d - V_{l.s} - V_c .$$

Tableau VII-2 : calcul les volumes des travaux.

Diamètre (m)	Longueur Total (m)	S _d (m ²)	V _d (m ³)	S _{l.s} (m ²)	V _{l.s} (m ³)	S _c (m ²)	V _c (m ³)	V _r (m ³)
0,4	1374,8995	2,240	3079,775	0,280	384,972	0,126	172,687	2522,116
0,315	2516,3143	1,992	5013,064	0,263	661,791	0,078	196,273	4155,001
0,25	4230,3015	1,813	7667,421	0,250	1057,575	0,050	211,515	6398,331
0,2	1047,556	1,680	1759,894	0,240	251,413	0,031	32,893	1475,587
0,125	2967,7821	1,491	4423,850	0,225	667,751	0,012	36,504	3719,596
0,11	1107,4284	1,454	1610,312	0,222	245,849	0,010	10,521	1353,942
0,09	1562,4977	1,406	2197,028	0,218	340,624	0,006	10,000	1846,404
0,075	1303,784	1,371	1786,999	0,215	280,314	0,005	5,867	1500,818
0,063	1118,018	1,343	1501,016	0,213	237,691	0,003	3,466	1259,860
Volume Total	-	-	29039,36	-	4127,980	-	-	24231,654

VII.3.2 Calcul le coût des travaux

Tableau VII-3 : le coût des travaux.

	Quantité	Unité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
volume des déblais	29039,36	m3	400	11615744
volume de lit de sable	4127,980	m3	400	1651192
volume des remblais	24231,654	m3	400	9692661,6
grillage	19112,3231	m	20	382246,462
TOTAL H/T				23341844,1
TVA 17%				3968113,5
TOTAL TTC				27309957,6

VII.3.2 Calcul le coût des conduites

Les prix des conduites sont donnés par le groupe CHIALI (annexe V.2).

Tableau VII-4 : le coût des conduites en PEHD.

Conduite	Quantité	Unité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
63	1118,018	m	232,79	260263,4102
75	1303,784		329,13	429114,4279
90	1562,4977		392,50	613280,3473
110	1107,4284		579,62	641887,6492
125	2967,7821		738,42	2191469,658
160	1883,7416		1 209,53	2278441,977
200	1047,556		1 892,38	1982374,023
250	4230,3015		2 937,81	12427822,05
315	2516,3143		4 684,62	11787976,3
400	1374,8995		7 516,57	10334528,33
TOTAL H/T				42947158,2
TVA 17%				7301016,89
TOTAL TTC				50248175,1

VII.3.3 Calcul le coût des accessoires

Les prix des accessoires sont donnés par le groupe CHIALI (annexe V.3).

Tableau VII-5 : le coût des accessoires.

Croix	Quantité	PU (DA)	P(DA)
400/160	1	40 062,61	40062,61
315/160	1	26 916,61	26916,61
315/125	1	24 635,32	24635,32
315/110	1	23 816,82	23816,82

Tableau VII-6 : le coût des accessoires (suite).

	Quantité	PU (DA)	P(DA)
Manchons			
400	9	21 942,85	197485,65
315	7	9 779,38	68455,66
250	4	6 814,82	27259,28
200	1	3 310,06	3310,06
160	4	2 317,04	9268,16
125	8	1 668,94	13351,52
110	2	1 362,96	2725,92
90	-	1 099,78	-
75	2	923,72	1847,44
63	2	507,08	1014,16
Réduction			
400/315	6	72 271,66	433630
400/250	6	97 795,46	586772,8
315/250	2	21 439,60	42879,2
315/200	2	21 439,60	42879,2
250/200	5	20 249,77	101248,9
250/160	8	12 842,53	102740,2
200/160	5	4 349,88	21749,4
200/125	6	7 390,66	44343,96
160/125	5	6 405,94	32029,7
160/110	4	5 686,61	22746,44
160/90	3	4 186,55	12559,65
125/110	3	5 340,49	16021,47
125/90	5	5 227,95	26139,75
125/63	1	3 251,38	3251,38
110/90	3	4 059,69	12179,07
110/63	2	3 030,48	6060,96
90/75	6	3 228,45	19370,7
90/63	4	2 940,12	11760,48
75/63	1	1 033,19	1033,19
Coude			
400	1	87 287,12	87287,12
315	1	34 042,71	34042,71
250	1	19 081,53	19081,53
160	8	2 908,32	23266,56
110	1	1 265,86	1265,86
90	4	2 336,51	9346,04
63	1	1 226,66	1226,66

Tableau VII-7 : le coût des accessoires (suite et fin).

	Quantité	PU (DA)	P(DA)
Vanne			
Ø1/2 "	39	201,37	7853,43
Ø3 "	3	2 294,01	6882,03
Té			
400/400	4	97 053,34	388213,4
400/200	1	26 698,45	26698,45
400/125	1	24 867,93	24867,93
400/90	1	24 293,25	24293,25
315/315	2	54 618,41	109236,8
315/250	2	61 616,86	123233,7
315/160	1	59 177,28	59177,28
315/110	2	52 836,20	105672,4
250/250	4	29 985,26	119941
200/200	1	8 177,79	8177,79
160/160	2	11 457,82	22915,64
125/125	3	7 009,53	21028,59
125/63	1	4 470,91	4470,91
110/110	2	4 478,32	8956,64
75/75	2	3 491,81	6983,62
63/63	1	1 568,47	1568,47
		TOTAL H/T	3225233,47
		TVA 17%	548289,69
		TOTAL TTC	3773523,16

Conclusion

D'après les travaux effectués sur ce projet (déblai, remblai, lit de pose.....) le cout estimatif est évalué à : 81331655,9 DA

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERAL

Cette étude menée sur le système d'alimentation en eau potable existant de la ville d'El MAHMEL, nous a permis de faire les constatations suivantes :

- Présence de faibles pression et vitesses dans quelques parties du réseau.
- Insuffisance de la production des ressources pour les horizons futurs, soit un déficit de 116 L/s pour l'horizon d'étude 2035.
- La capacité de stockage est suffisante pour satisfaire les besoins actuels et futures de l'agglomération.

Nous avons utilisé un logiciel de simulation hydraulique du réseau appelé Water-CAD qui montre l'état du réseau de distribution existant et projeté.

Les solutions proposées consistent à :

- Projeter trois nouvelles pompes remplaçant les deux pompes existantes au niveau de la station SP₂₋₃, pour assurer le refoulement du débit appelé à l'horizon d'étude 2035.
- Projeter une conduite d'adduction de diamètre 315mm en PEHD entre la station SP₂₋₃ et le réservoir 1000m³.
- Projeter un forage TZ6 (X=916,00m, Y=237,00m, Z=1075,00).
- Projeter une conduite d'adduction de diamètre 160mm en PEHD et longueur 5200m entre le forage TZ6 et le réservoir 2000m³.
- Projeter un nouveau réseau dans la ville ELMAHMEL, en optant pour un autre matériau (PEHD).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIES

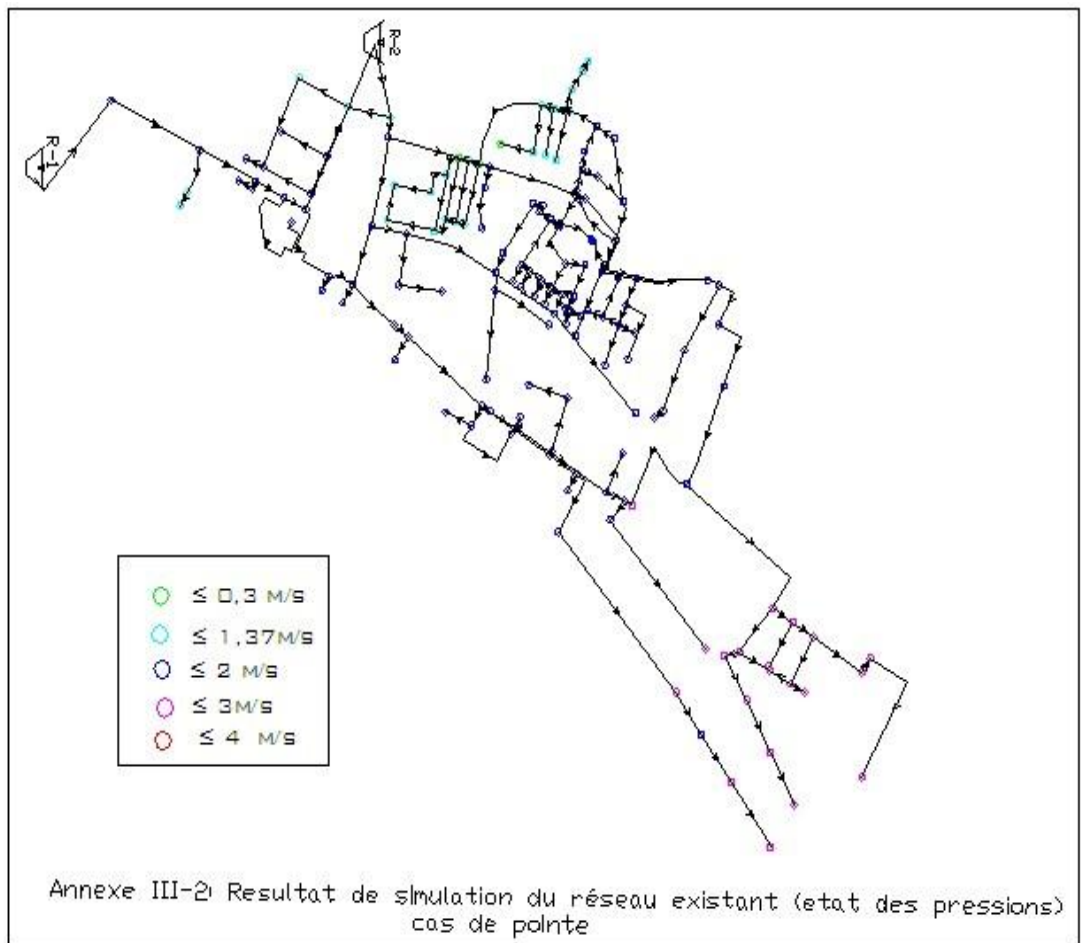
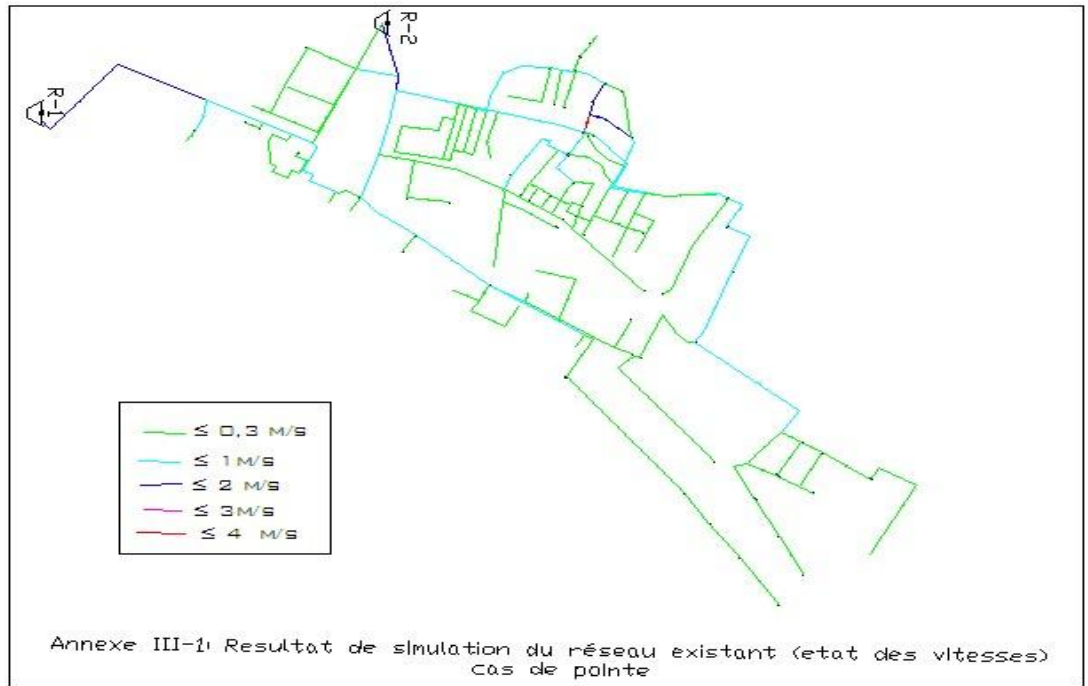
- [1] **A. DUPONT** Paris 1977« Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles.
- [2] **Hugues GODART** : Techniques d'ingénieur édition 2009 C5 195.
- [3] **F. VALIRON** : «Gestion des eaux .Alimentation en eau, Assainissement», Cours de l'école nationale des ponts et des chaussés (1988).
- [4] **M. BOUSLIMI** : Alimentation en eau potable, octobre 2004.
- [5] **HAMMODA MOHAMED MAHER** : Mémoire de fin d'étude d'AEP ; Diagnostique du réseau D'AEP et raccordement au spet de la ville de THENIA- W.BOUMERDES.

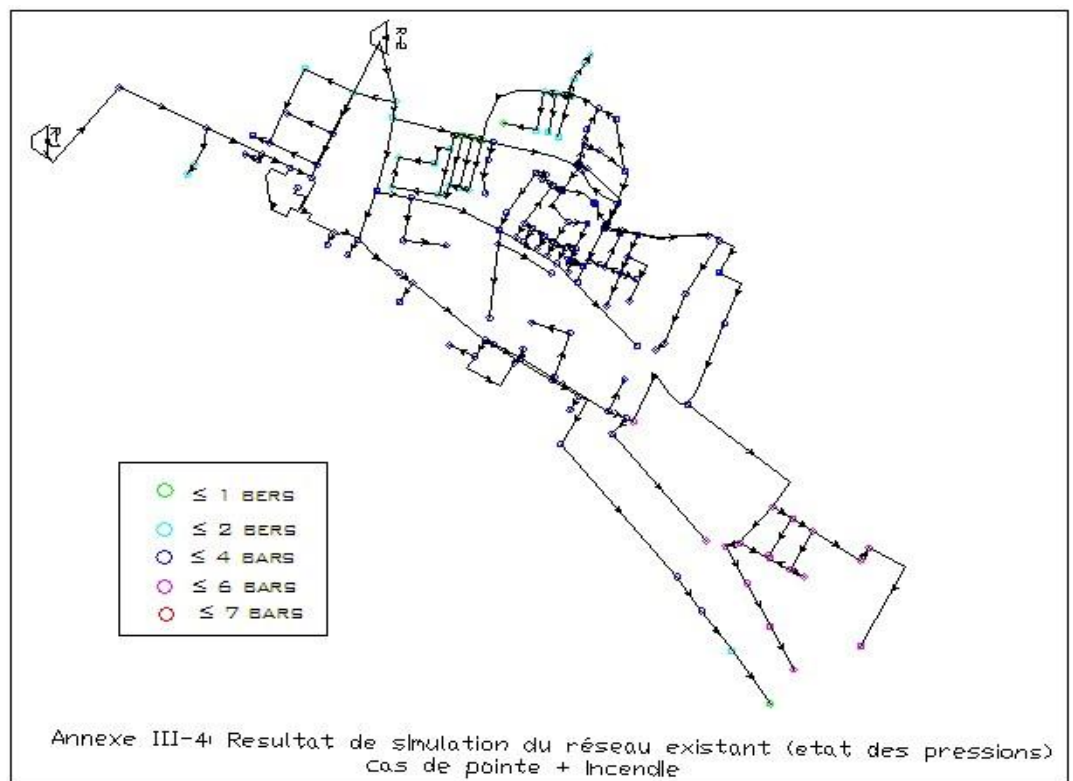
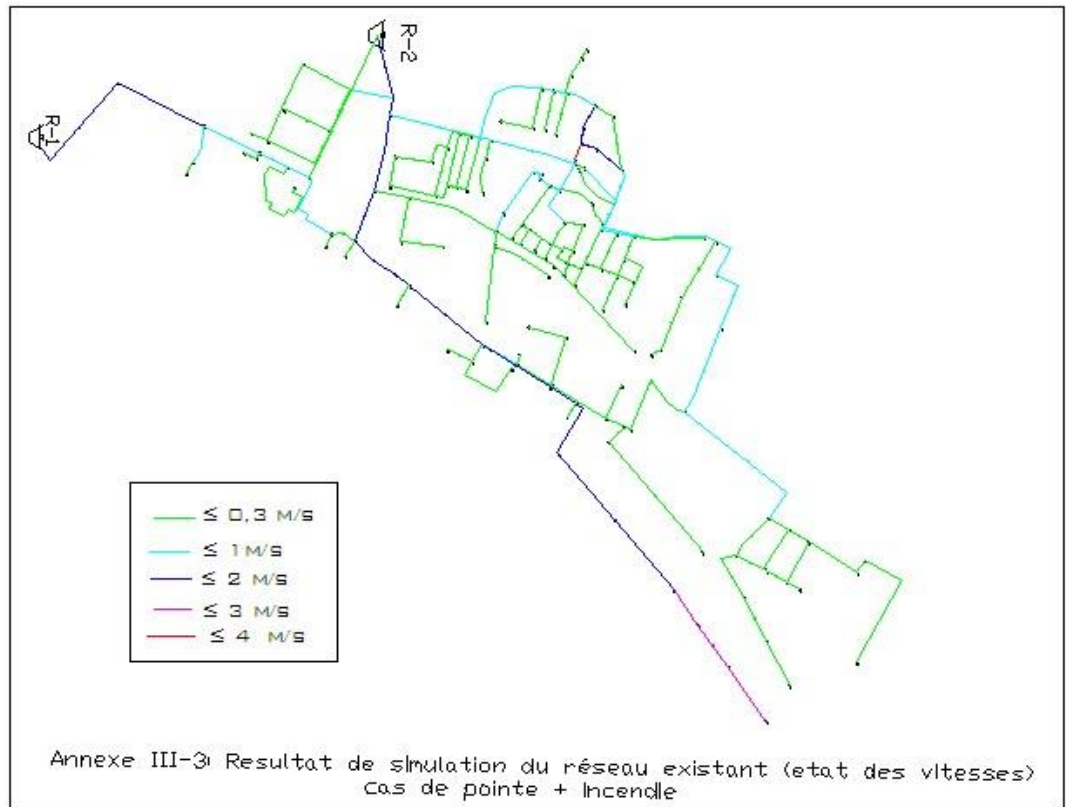
ANNEXES

Annexe I: Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants (pourcentage du débit maximal journalier).

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

ANNEXE III





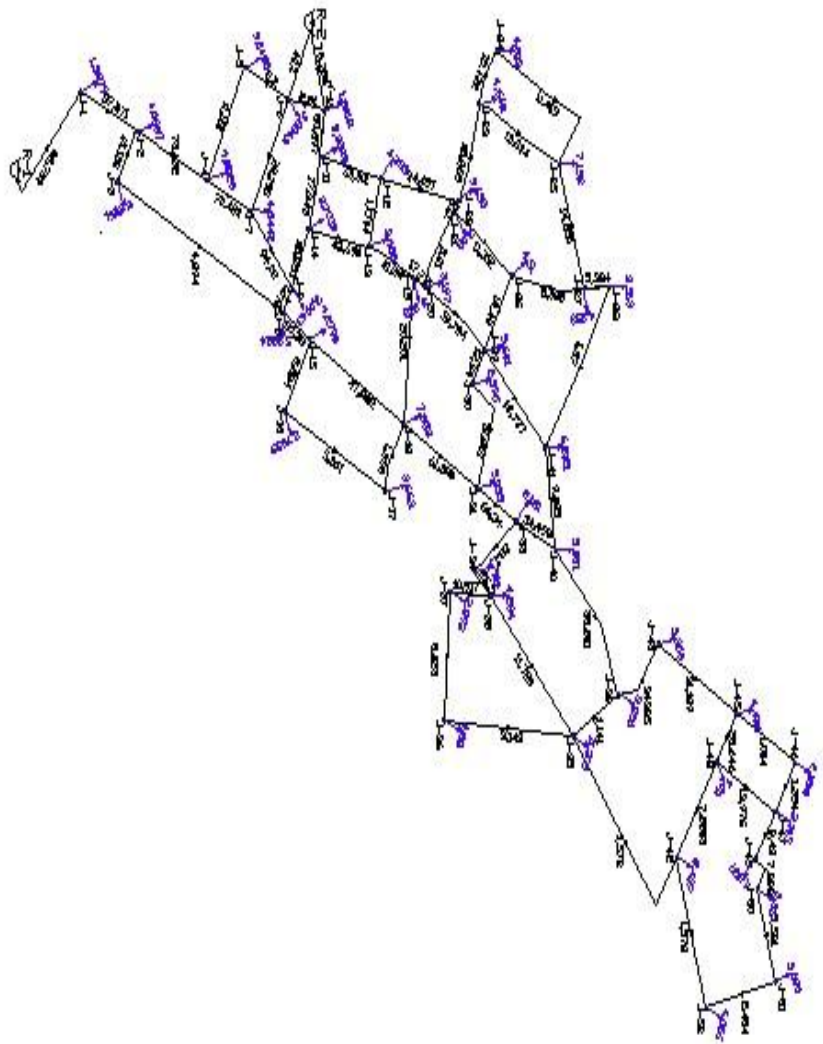
ANNEXE IV

Annexe IV-1: Table d'ABRAMOV

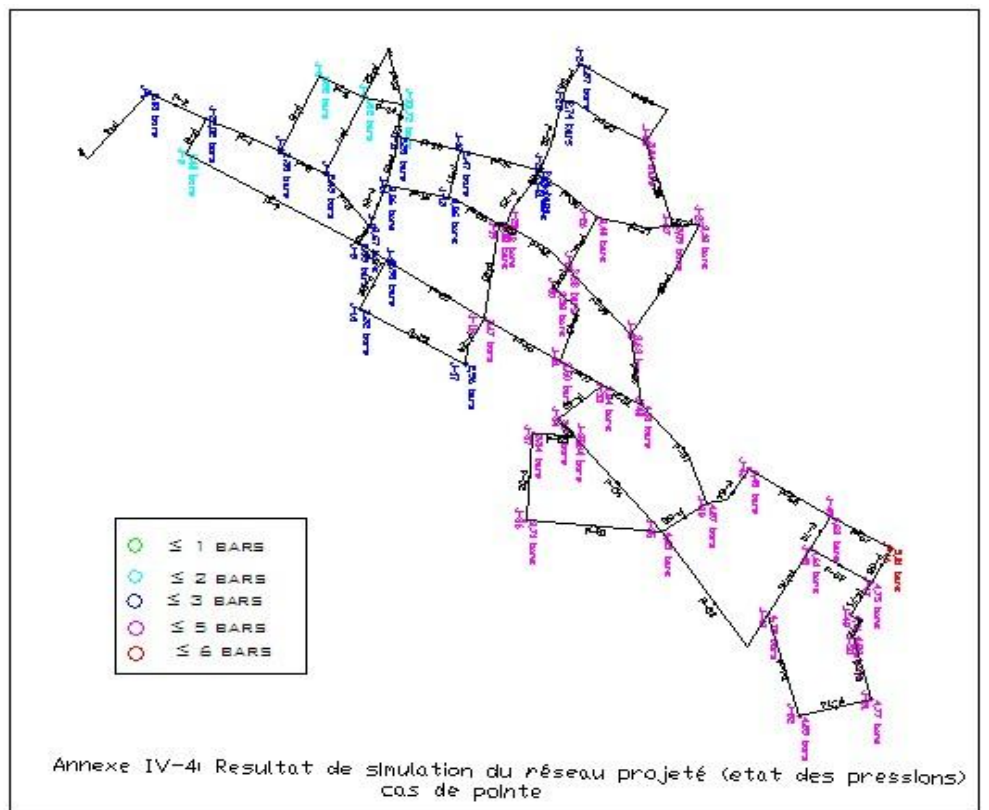
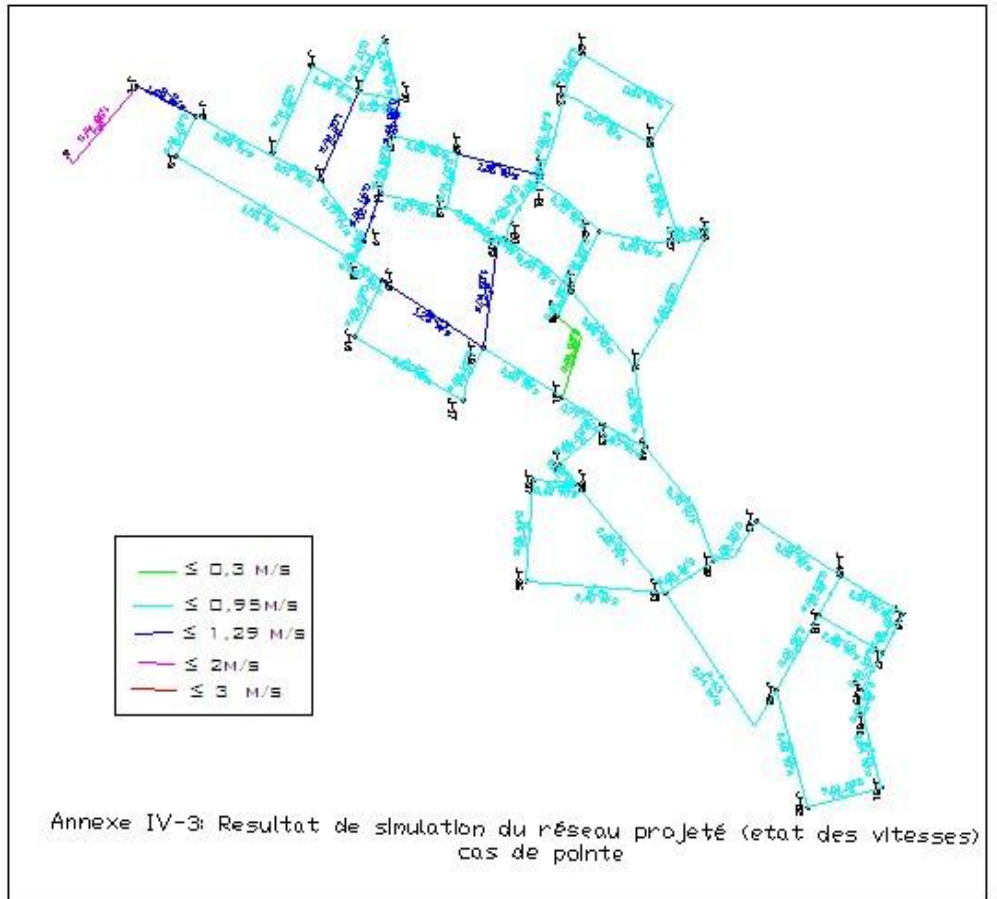
(Débits en fonction des diamètres et gradients de perte de charge)

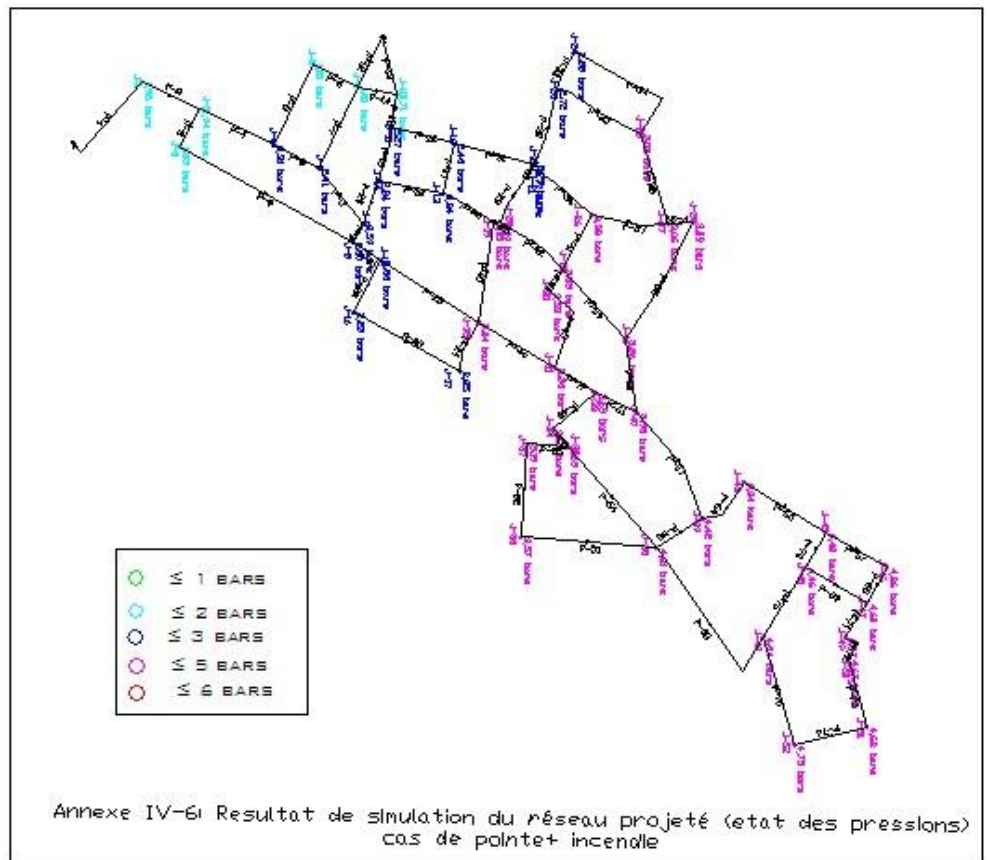
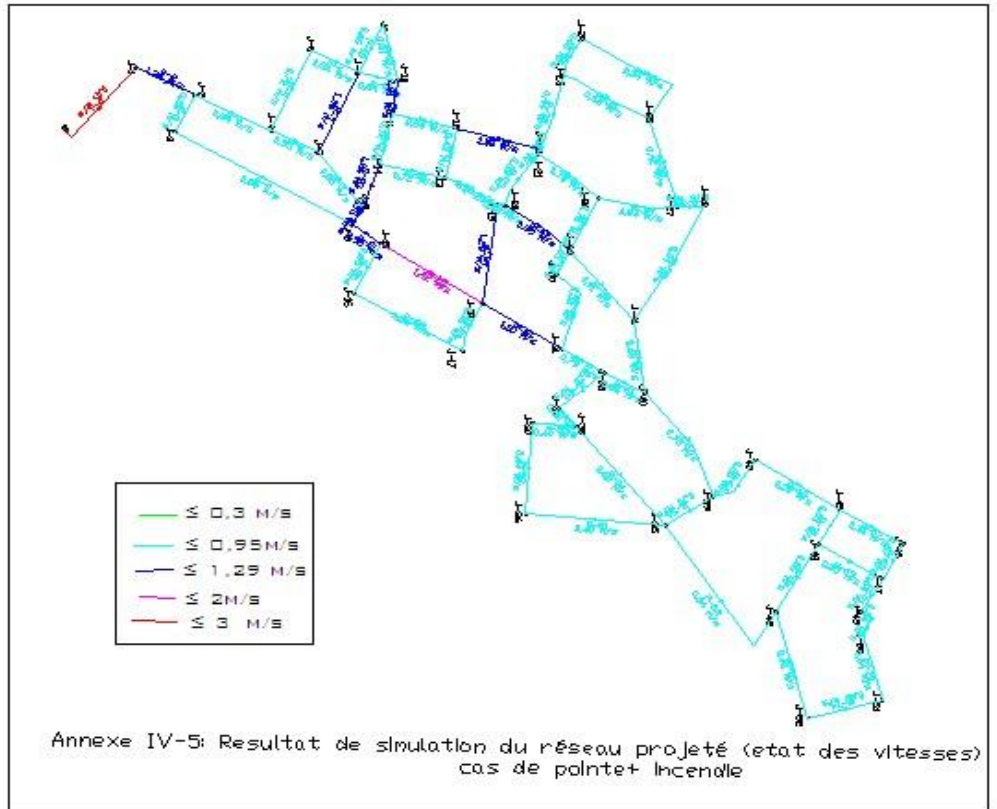
Q (l/s)	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.2	2.2	2.5	3.0	3.5
D (mm)	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75
1000i	1.43	3.97	7.61	160	27.3	32.6	4.51	5.77	7.97	10.7
Q (l/s)	4.00	4.5	5.0	5.2	5.2	5.5	6.00	7.00	8.0	9.1
D (mm)	75	75	75	75	100	100	100	100	100	100
1000i	13.60	16.9	20.5	22.0	5.40	6.00	7.03	12.0	12.0	15.2
Q (l/s)	9.1	10	11	12	13	13.8	13.8	16	18	20
D (mm)	125	125	125	125	125	125	150	150	150	150
1000i	6.49	7.72	9.21	10.8	12.6	14.0	6.02	8.05	10.0	12.2
Q (l/s)	22	23.6	23.6	25	30	35	40	44	44	50
D (mm)	150	150	200	200	200	200	200	250	250	250
1000i	14.5	16.5	3.94	4.38	6.14	8.18	10.5	12.5	4.29	5.45
Q (l/s)	55	60	65	71	71	80	90	100	103	103
D (mm)	250	250	250	250	300	300	300	300	300	350
1000i	6.50	7.64	8.88	10.5	4.50	5.63	7.00	8.53	9.01	4.29
Q (l/s)	110	120	130	140	144	144	150	160	170	180
D (mm)	350	350	350	350	350	400	400	400	400	400
1000i	5.03	5.92	6.87	7.89	8.31	4.31	4.65	5.24	5.87	6.53

(Extrait de l'ouvrage d'alimentation en eau potable d'ABRAMOV, édition 1982)



Annexe IV-2: Répartition arbitraire des débits dans le réseau projeté





ANNEXE V

Annexe V-1 : Prix des conduites PEHD PN20 (groupe CHIALI).

Référence	Désignation	Diamètre Ext en MM	Epaisseur en MM	Qualité Produit	Pression Service	Prix HT le M/L	Prix TTC le M/L
11 009 0901	Tube PEHD	90	10,1	PE100	20 Bars	593,37	694,24
11 009 1101	Tube PEHD	110	12,3	PE100	20 Bars	878,66	1 028,03
11 009 1251	Tube PEHD	125	14,0	PE100	20 Bars	1 103,46	1 291,05
11 009 1601	Tube PEHD	160	17,9	PE100	20 Bars	1 802,91	2 109,40
11 009 2001	Tube PEHD	200	22,4	PE100	20 Bars	2 875,61	3 364,46
11 009 2501	Tube PEHD	250	27,9	PE100	20 Bars	4 473,17	5 233,61
11 009 3151	Tube PEHD	315	35,2	PE100	20 Bars	7 021,79	8 215,49
11 009 4001	Tube PEHD	400	44,7	PE100	20 Bars	10 958,68	12 821,66

- TVA = 17%.

- Les Tubes sont en longueur de 12 ml.

- Jonction par soudure électrique.

- Pour toutes informations complémentaires, prière contacter le Service Commercial

Annexe V-2 : Prix des conduites PEHD PN10 (groupe CHIALI).

Référence	Désignation	Diamètre	Épaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	en MM	Produit	Service	le M/L	le M/L
11 003 0161	Tube PEHD	16	-----	PE80	10 Bars	-----	-----
11 003 0201	Tube PEHD	20	2,0	PE80	10 Bars	26,31	30,78
11 003 0251	Tube PEHD	25	2,0	PE80	10 Bars	33,85	39,60
11 003 0321	Tube PEHD	32	2,4	PE80	10 Bars	52,60	61,54
11 003 0401	Tube PEHD	40	3,0	PE80	10 Bars	82,33	96,33
11 003 0501	Tube PEHD	50	3,7	PE80	10 Bars	125,79	147,17
11 003 0631	Tube PEHD	63	4,7	PE80	10 Bars	198,97	232,79
11 003 0751	Tube PEHD	75	5,6	PE80	10 Bars	281,31	329,13
11 007 0901	Tube PEHD	90	5,4	PE100	10 Bars	335,47	392,50
11 007 1101	Tube PEHD	110	6,6	PE100	10 Bars	495,40	579,62
11 007 1251	Tube PEHD	125	7,4	PE100	10 Bars	631,13	738,42
11 007 1601	Tube PEHD	160	9,5	PE100	10 Bars	1 033,79	1 209,53
11 007 2001	Tube PEHD	200	11,9	PE100	10 Bars	1 617,42	1 892,38
11 007 2501	Tube PEHD	250	14,8	PE100	10 Bars	2 510,95	2 937,81
11 007 3151	Tube PEHD	315	18,7	PE100	10 Bars	4 003,95	4 684,62
11 007 4001	Tube PEHD	400	23,7	PE100	10 Bars	6 424,42	7 516,57
11 007 5001	Tube PEHD	500	29,7	PE100	10 Bars	10 021,19	11 724,79
11 007 6301	Tube PEHD	630	37,4	PE 100	10 Bars	15 153,49	17 729,58

ANNEXE V-5

TABLEAU 1 : MODULES D'ELASTICITE ET COEFFICIENT DE POISSON DES MATERIAUX (MEUNIER)

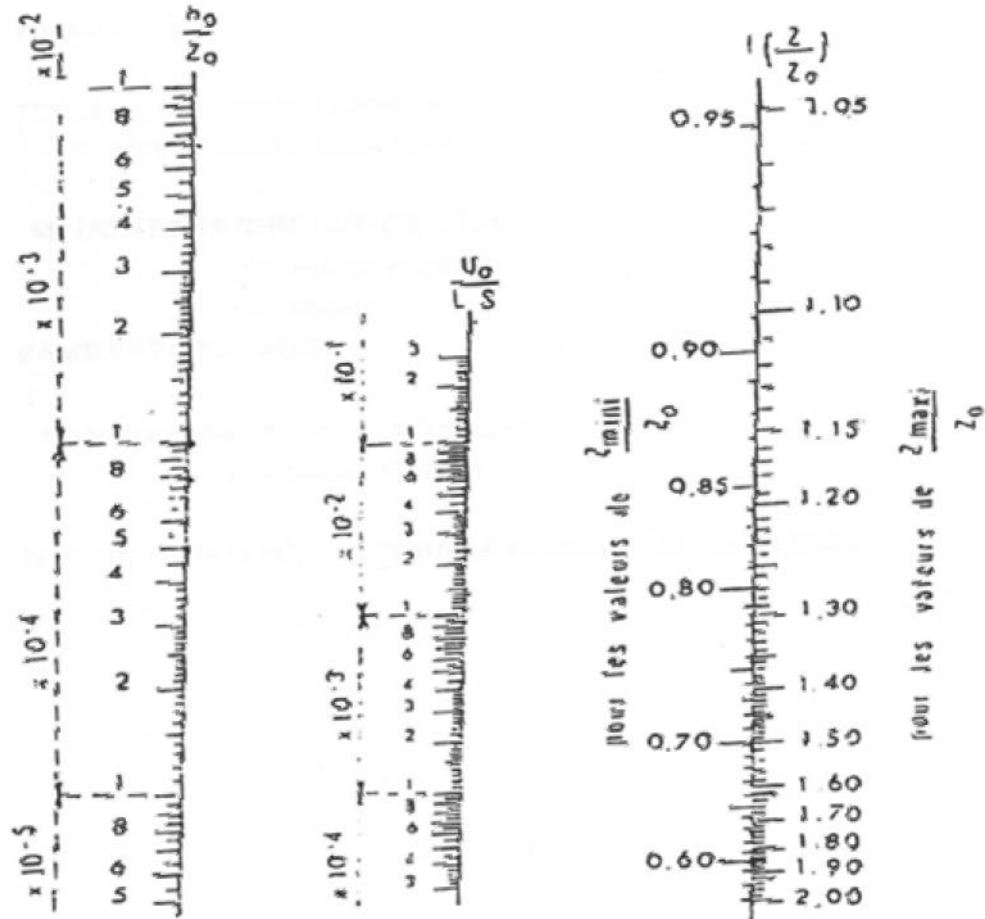
MATERIAUX	MODULE D'ÉLASTICITÉ (YOUNG) EN PASCAL	COEFFICIENT DE POISSON
PVC	3.10^9	0.3
ACIER	2.10^{11}	0.46 -0.5
FONTE	1.10^{11}	0.3
AMIANTE CIMENT	$2.28.10^{10}$	0.3
PEHD	$1.2.10^9$	0.45-0.5
PELD	2.10^8	0.45-0.5
BETON	1 A 5.10^{10}	0.15
ROCHE NON CONSOLIDE	3 A 4.10^9	0.33

TABLEAU 2 : COEFFICIENT DE POISSON POUR DIFFERENT TYPES DE SOLDES MATERIAUX (NONCLERCQ)

MATERIAU DE REMBLAIS	COEFFICIENT DE POISSON
TERRE VEGETALE PARTIELLEMENT COMPACTE (HUMIDE)	0.33
TERRE VEGETALE SATUREE	0.37
MATERIAU DE REMBLAYAGE GRANULEUX, INCOHERENT	0.33
MATERIAU DE REMBLAYAGE, CAILLOUTEUX SABLEUX	0.33
MATERIAU DE REMBLAYAGE, GLAISEUX HUMIDE	0.33
ARGILE JAUNE, HUMIDE, PARTICULIEREMENT COMPACTE	0.33
ARGILE JAUNE OU GLAISE SATURE	0.37
SABLE ARGILEUX SATURE	0.35
SABLE SEC	0.33
SABLE	0.33
REMBLAIS ARGILO LIMONEUX	0.33

ANNEXE V-6

Annexe V-6: Abaque de VIBERT pour le calcul simplifier des réservoirs d'airs



(Extrait de l'ouvrage ANDRE DUPONT)