

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et conception du reseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arreridj (w. Bordj Bou Arreridj) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0008-12

APA Citation (توثيق APA):

Said-Djaat, Mounir (2012). Diagnostic et conception du reseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arreridj (w. Bordj Bou Arreridj)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مقالات، دوريات، 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 DE L'HYDRAULIQUE-ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**OPTION :** Conception Des Systèmes d'Alimentation En Eau Potable.

**THEME :**

**DIAGNOSTIC ET CONCEPTION DU RESEAU  
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA  
VILLE DE BORDJ BOU ARRERIDJ (WILAYA DE  
BORDJ BOU ARRERIDJ)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> SAID-DJAAT mounir**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY:**

Nom et Prénom		Grade	Qualité
M <sup>r</sup>	B.SALAH	M.C.A	Président
M <sup>r</sup>	M.S BENHAFID	M.A.A	Examineur
M <sup>me</sup>	W.MOKRANE	M.A.A	Examinatrice
M <sup>r</sup>	A.HACHEMI	M.A.A	Examineur
M <sup>r</sup>	M.BOUZIANE	M.A.B	Examineur
M <sup>r</sup>	A.ZEROUAL	M.C.B	Promoteur

**Juillet - 2012**

# Remerciements

*D'abord je remercie dieu tout puissant pour m'avoir permis d'accomplir dans les meilleures conditions ce travail et toutes mes études.*

*Ma reconnaissance va plus particulièrement à :*

*Mon promoteur Mr ZEROUAL Ayoub pour sa disponibilité*

*et son aide.*

*À l'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.*

*Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail*

*À celui qui n'a jamais hésité le moindre instant à se tenir à mes côtés afin de me soutenir, m'aider, et m'encourager*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes*

*qui m'ont aidé tout au long de mon travail.*

*M.SAID-DJAAT*

# dédicaces

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

*A ma très chère mère et mon cher père*

*A mes frères Saddam (rahim), Hossam et badro*

*A mes sœurs Razika et Rania*

*A toute ma grande famille*

*A mes amis, Fatma, Zohir, Moured, Fateh, Rabeh, Belkhir, Mounir,*

*Bilel, Youcef, Hichem, Rachid, Sara, Hakim, Djamel et Amel*

*A toutes mes amies*

*A toute ma famille de l'ENSH*

**M.SAID-DJAAT**

## ملخص:

العمل الذي نقوم به يهدف إلى دراسة كيفية تشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة برج بوعريريج بمعنى تحديد النقائص الموجودة في نظام الدفع (محطات الضخ و أنابيب الدفع) و كذلك هياكل التخزين (خزانات المياه) و أيضا مراجعة سعة الشبكة الحالية لإيصال التدفقات التي تحتاجها لأفاق الدراسة (2040) هذه المراجعة سمحت لنا بإعطاء التعديلات و النصائح لتحسين التزويد بالمياه الصالحة للشرب و هي وضع أجهزة القياس، و تغيير بعض الأنابيب.

## Résumé

Notre travail consiste à établir une étude de diagnostic et conception du système d'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arreridj, c'est-à-dire la détermination des défaillances des forages (points de captage, conduites de refoulement et de gravitaire), ainsi que les ouvrages de stockages (réservoirs et châteaux d'eau) et la vérification de la capacité du réseau existant pour véhiculer les débits nécessaires à l'horizon d'étude (2040).

Cette vérification nous permettra de donner un certains nombres de modifications et recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable de la ville telle que l'installation des accessoires, les appareils de mesure et le changement de certains conduites.

## Abstract

Our work is to develop a diagnostic study and system design water supply of the city of Bordj Bou Arreridj, that is to say the determination of drilling failures (catchments, discharge pipes and gravity), as well as books storage (reservoirs and water towers) and verification of existing network capacity to convey flows necessary to study horizon (2040).

This verification will allow us to give a certain number of changes and recommendations for improving the water supply of the city such as the installation of measuring devices, accessories and change some lines

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	01
<b>CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE</b>	
I. Présentation générale de la Ville de Bordj Bou Arréridj.....	02
I.1 Situation géographique.....	02
I.2 Données naturelles du site .....	02
I.2.1 Situation Topographique.....	02
I.2.2 Analyse géologique.....	02
I.2.3 Hydrographie.....	02
I.2.4 Situation climatique.....	03
I.3 Démographie.....	04
I.4 Situation hydraulique.....	06
I.4.1. Ressource en eau.....	06
I.4.2 Caractéristiques hydrauliques des forages et des sources.....	06
2.1 Ressources souterraines.....	06
2.2 Ressources superficielles.....	07
1. Adductions.....	08
2. Ouvrages de stockage.....	11
Conclusion.....	12
<b>CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS EN EAUX</b>	
Introduction.....	13
II.1 Estimation de la Population future.....	13
II.2 Estimation des débits.....	14
II.3 Estimation de la consommation moyenne journalière.....	14
II.4 Estimation des besoins en eau potable a l'horizon 2040 .....	16
II.5 Besoins domestiques pour l'année 2012 et l'horizon 2040.....	17
II.6 Récapitulation des besoins moyens journaliers .....	17
II.7 Détermination des consommations maximales et minimales journalières.....	18
II.7.1 Consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ ).....	18
II.7.2 Consommation minimale journalière ( $Q_{min,j}$ ).....	18
II.8 Étude des variations des débits horaires.....	19
8.1 Débit moyen horaire.....	19
8.2 Débit maximum horaire.....	19
8.3 Débit minimum horaire.....	19
II.9 Balance ressources/besoins .....	25
II.10 Analyse de la capacité de stockage.....	25
II.11 Bilan de stockage .....	28
Conclusion.....	28
<b>CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET SIMULATION DU RÉSEAU EXISTANT</b>	
Introduction.....	29
III.1 Logiciel Water CAD.....	29
III.2 Diagnostic du réseau .....	30
2.1 Calcul de la perte de charge .....	31

# SOMMAIRE

2.1.2 Pertes de charge linéaire .....	32
2.2 Détermination des débits.....	33
2.2.1 Cas de pointe.....	34
2.2.2 Calcul des débits donnés par chaque réservoir (cas de pointe) .....	40
2.2.3 Cas de pointe + Incendie.....	40
2.2.4 Calcul des débits donnés par chaque réservoir pour le cas de Pointe + Incendie.....	40
III.3 Résultat de la simulation.....	46
Conclusion .....	46

## CHAPITRE IV : ANOMALIES ET RECOMMANDATIONS

Introduction.....	47
IV.1. Analyse actuel du réseau.....	47
IV.2 Interprétation des résultats de calcul pour 2012.....	47
IV.3 Présentation des détails des anomalies dans le réseau.....	48
IV.3.1 Présentation des tronçons dont les vitesses sont inférieures et supérieures à la normale	48
IV.3.2 Présentation des nœuds dont les pressions sont faibles et élevées.....	50
IV.4 Travaux sur le réseau de distribution .....	51
IV.5 Concernant les ressources .....	51
IV.5.1 Concernant les forages.....	51
IV.6 Concernant les ouvrages de stockage.....	52
IV.7 Concernant les stations de pompage.....	55
Conclusion .....	55

## CHAPITRE V : ADDUCTION ET POMPAGE

Introduction.....	56
V.1 Types d'adduction.....	56
V.2 Choix du tracé.....	56
V.3 Choix du matériau.....	56
V.4 Schéma hydraulique.....	57
V.5 Dimensionnement de l'adduction .....	57
V.5.1 Méthode de calcul.....	57
V.5.2 Dimensionnement de l'adduction (DHRAA EL ADJROUD R1000m <sup>3</sup> vers AUIIN AZRIGA R5000m <sup>3</sup> ).....	60
V.6 Étude de pompage.....	64
V.7 Étude du coup de bélier.....	66
V.7.2 Phénomène du coup de bélier .....	66
2.1 Définition .....	66
2.2 Les risques dus aux coups de bélier .....	66
V.7.3. Description des phénomènes physiques .....	67
7.3.1. État d'équilibre d'un système hydraulique.....	67
7.3.2. Onde élastique et oscillation en masse.....	67
7.3.3. Perturbation de l'équilibre, effet sur les pressions.....	67
V.7.4 Moyens de protection contre le coup de bélier .....	67
V.7.5 Calcul du coup de bélier.....	71
V.7.6 Coup de clapet .....	76
Conclusion.....	79

# SOMMAIRE

## CHAPITRE VI : PROJECTION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2040

Introduction.....	80
VI.1 Classification des réseaux .....	80
VI.2 Hypothèses de calcul et de dimensionnement .....	80
VI.3 Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l'horizon 2040.....	81
a. Cas de pointe .....	81
b. Cas de pointe plus incendie .....	88
VI.5. Résultat de la simulation.....	94
Conclusion .....	94

<b>CONCLUSION GENERALE</b>	95
----------------------------	----

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Tableau I.1 Pluviométrie moyenne mensuelle.....	03
Tableau I.2 Température moyenne mensuelle.....	03
Tableau I.3 Humidités moyennes mensuelles.....	03
Tableau I.4 Répartition de la population.....	04
Tableau I.5 Récapitulatif des forages existants.....	07
Tableau I.6 Récapitulatif des adductions.....	09
Tableau I.7 Capacité de stockage et zone d'alimentation.....	12

## CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS EN EAUX

Tableau II.1 Estimation de l'évolution de la population.....	13
Tableau II.2 Estimation des besoins industriels à l'état actuel (2012).....	15
Tableau II.3 Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2012) pour les différentes catégories.....	15
Tableau II.4 Besoins en eau potables de la ville de Bordj Bou Arréridj à l'horizon actuel (2012).....	16
Tableau II.5 Calcul du débit moyen des équipements projetés (2040).....	17
Tableau II.6 Estimation des besoins domestiques.....	17
Tableau II.7 Estimation des besoins moyens.....	18
Tableau II.8 Tableau récapitulatif des débits journaliers $Q_{\min,j}$ , $Q_{\text{moy},j}$ , $Q_{\max,j}$ .....	19
Tableau II.9 Variation du coefficient $\beta_{\max}$ .....	20
Tableau II.10 Variation du coefficient $\beta_{\min}$ .....	20
Tableau II.11 Débits (max et min) horaires pour chaque horizon.....	20
Tableau II.12 Répartition des débits horaire : (Actuelle et à l'horizon).....	22
Tableau II.13 Balance ressources/besoins.....	25
Tableau II.14 Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel (2012).....	27
Tableau II.15 Résultat de calcul du volume total de stockage pour l'état actuel (2012).....	27
Tableau II.16 Calcul du volume total de stockage à l'horizon (2040).....	27
Tableau II.17 Bilan de stockage.....	28

## CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET SIMULATION DU RÉSEAU EXISTANT

Tableau III.1 Les constantes $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$ en fonction de la rugosité absolue $\epsilon$ .....	33
Tableau III.2 Valeurs du Coefficient de HAZEN WILLIAMS $C_{HW}$ en fonction de matériaux des conduites.....	33
Tableau III.3 Calcul des débits nodaux du réseau actuel (cas de pointe).....	35
Tableau III.4 Calcul des débits nodaux du réseau actuel (cas de pointe+incendie).....	41

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE IV : ANOMALIES ET RECOMMANDATIONS

<b>Tableau IV.1</b> Tronçons dont la vitesse inférieure à la normale.....	48
<b>Tableau IV.2</b> Tronçons dont les vitesses supérieures à la normale.....	49
<b>Tableau IV.3</b> Nœuds dont les pressions inférieures à la normale.....	50
<b>Tableau IV.4</b> Nœuds dont les pressions supérieures à la normale.....	50
<b>Tableau IV.5</b> Détermination de la capacité du stockage réservoir d'AUIN AZRIGA.....	52
<b>Tableau IV.6</b> la consommation moyenne journalière.....	53
<b>Tableau IV.7</b> Évaluation des besoins domestiques, équipements publics en m <sup>3</sup> /j.....	53
<b>Tableau IV.8</b> Évaluation des débits maxima et débits minima journaliers.....	53

## CHAPITRE V : ADDUCTION ET POMPAGE

<b>Tableau V.1</b> Calcul de la Hmt du tronçon (DHRAA EL ADJROUD R1000m <sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m <sup>3</sup> ).....	61
<b>Tableau V.2</b> Calcul des frais d'amortissement du tronçon (DHRAA EL ADJROUD R1000m <sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m <sup>3</sup> ).....	61
<b>Tableau V.3</b> Calcul des frais d'exploitation du tronçon (DHRAA EL ADJROUD R1000m <sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m <sup>3</sup> ).....	61
<b>Tableau V.4</b> Bilan du tronçon (DHRAA EL ADJROUD R1000m <sup>3</sup> vers AUIN AZRIGA R5000m <sup>3</sup> ).....	61
<b>Tableau V.5</b> Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre de la station de pompage.....	65
<b>Tableau V.6</b> Caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement.....	72
<b>Tableau V.7</b> Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement.....	73
<b>Tableau V.8</b> Calcul de volume de réservoir d'air de l'adduction de refoulement.....	74
<b>Tableau V.9</b> Dimensions de réservoir d'air de l'adduction de refoulement.....	74

## CHAPITRE VI : PROJECTION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2040

<b>Tableau VI.1</b> Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040(cas de pointe)	83
<b>Tableau VI.2</b> Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040(cas de pointe +incendie)	89

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

<b>Figure I.1</b> Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arréridj.....	05
<b>Figure I.2</b> Schéma synoptique du système d'AEP existant de Bordj Bou Arréridj.....	10
<b>Figure I.3</b> Vue à l'intérieur du R 10000 m <sup>3</sup> N°1.....	11
<b>Figure I.4</b> Vue extérieur du R X 10000 m <sup>3</sup> N°2.....	11
<b>Figure I.5</b> Le toit du R 10000 m <sup>3</sup> .Bon état N°1.....	11

## CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS EN EAUX

<b>Figure II.1</b> Répartition de la population.....	14
<b>Figure II.2</b> Diagramme à barres représente la consommation actuelle.....	23
<b>Figure II.3</b> Graphique de consommation actuelle.....	23
<b>Figure II.4</b> Diagramme à barres représente la consommation à long terme.....	24
<b>Figure II.5</b> Graphique de consommation à long terme 2040.....	24

## CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET SIMULATION DU RÉSEAU EXISTANT

<b>Figure III.1</b> Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation.....	31
--	----

## CHAPITRE IV : ANOMALIES ET RECOMMANDATIONS

<b>Figure IV.1</b> Schéma d'adduction de réservoir 5000m <sup>3</sup> d'AUIN AZRIGA.....	54
--	----

## CHAPITRE V : ADDUCTION ET POMPAGE

<b>Figure V.1</b> Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation (RX1000m <sup>3</sup> VERS RX5000m <sup>3</sup> )...	62
<b>Figure V.2</b> Schéma synoptique du système d'adduction d'AEP projeté de Bordj Bou Arreridj...	63
<b>Figure V.3</b> Réservoir a vessie.....	69
<b>Figure V.4</b> Réservoir d'air (anti-bélier).....	70
<b>Figure V.5</b> Planche d'encombrement des réservoirs d'air Hydrofort CHARLATTE.....	75
<b>Figure V.6</b> Schéma d'installation du réservoir d'air.....	76
<b>Figure V.7</b> Schéma d'installation du réservoir d'air, vanne et le clapet.....	77
<b>Figure V.8</b> Temps de fermeture des clapets en fonction de DN.....	77

# LISTE DES ANNEXES

## CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS EN EAUX

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

## CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET SIMULATION DU RÉSEAU EXISTANT

**Annexe III.1** Cas de pointe Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds

**Annexe III.2** Cas de pointe Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons

**Annexe III.3** Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe

**Annexe III.4** Cas de pointe+incendie Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds

**Annexe III.5** Cas de pointe+ incendie Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons

**Annexe III.6** Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe+incendie

## CHAPITRE V : ADDUCTION ET POMPAGE

**Annexe V.1** Prix de la conduite en (DA)

**Annexe V.2** Courbe caractéristique

**Annexe V.3** Caractéristiques des matériaux et de sol

**Annexe V.4** Abaque de M .VIBERT

**Annexe V.5** Calcul du facteur  $i$  en fonction de  $K_i$

## CHAPITRE VI : PROJECTION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2040

**Annexe VI.1** Cas de pointe Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2040) Etat des pressions aux nœuds

**Annexe VI.2** Cas de pointe Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2040) Etat des vitesses dans les tronçons

**Annexe VI.3** Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe

**Annexe VI.4** Cas de pointe+incendie Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2040) Etat des pressions aux nœuds

**Annexe VI.5** Cas de pointe+ incendie Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2040) Etat des vitesses dans les tronçons

**Annexe VI.6** Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe+incendie

# LISTE DES PLANCHES

**Planche N° 1 :** Plan de masse et le réseau d'AEP existant de la ville de Bordj Bou Arréridj.

**Planche N° 2 :** Plan de masse et le réseau d'AEP projeté de la ville de Bordj Bou Arréridj.

**Planche N° 3 et 4 :** Profil en long de l'adduction de refoulement (Station de pompage de DHRAA EL ADJROUD- Réservoirs 5000m<sup>3</sup> AUN AZRIGA).

**Planche N° 5:** Accessoires du réseau d'AEP.

## INTRODUCTION GENERALE

Le réseau d'alimentation en l'eau potable de la ville Bordj Bou Arréridj se détériore de jour en jour en causant des perturbations énormes des quottât journaliers d'approvisionnement des citoyens en cette métiers précieuse.ces anomalies sont dans l'ordre suivant : Dégradation de la qualité de l'eau par le réseau, Accroissement de nombre de fuites enregistrées, Évolution de la demande, Plaintes des abonnés pour insuffisance de pression ou mauvaise qualité de l'eau et Dégradation visible des conduites.

Mettre à niveau l'état de fonctionnement de réseau d'eau potable de la ville de Bordj Bou Arreridj demande des ingénieurs qu'ils interviennent face au vieillissement : en rénovant des conduites existantes, en remplaçant certaines par des nouvelles, la tâche paraît simple si on en croit les premiers constats faites par l'Algérienne des eaux qui prouvent l'état désastreux du réseau.

Notre étude à pour objet de relever les anomalies que pose le réseau de l'eau potable en matière d'alimentation de l'agglomération de chef lieu de la wilaya de Bordj Bou Arreridj et de vérifier les défaillances des ouvrage de stockage et la capacité du réseau existant a véhiculer les débits nécessaires à l'horizon 2040 a fin de prévoir des travaux d'aménagement et de conception du réseau existant.

## CHAPITRE I

### PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE



## CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

### I. Présentation générale de la Ville de Bordj Bou Arréridj

#### I.1 Situation géographique

Géographiquement, la wilaya de Bordj Bou Arréridj est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4° et 5° à l'Est de GREENWICH. La ville de Bordj Bou Arréridj est située au point géographique 36° de latitude Nord et 4°30' de longitude Est. L'aire de l'étude est située au chef lieu de la wilaya entre les axes :

$$X_1 = 654.53 \text{ km}, Y_1 = 399.055 \text{ km}, X_2 = 661.427 \text{ km}, Y_2 = 399.488 \text{ km}$$

Les limites administratives de la commune sont :

**Nord** Communes MEDJANA et HASSNAOUA, **Sud** Commune EL HAMMADIA

**Est** Communes SIDI MBEREK et EL-ANASSER, **Ouest** Commune EL-ACHIR

La ville de Bordj Bou Arreridj est de superficie de 2167 **ha**.

#### I.2 Données naturelles du site

##### I.2.1 Situation Topographique

La ville de Bordj Bou Arréridj se représente par un relief plus au moins régulier, elle est marquée par une multitude d'affluents, des CHAABATES et des Oueds traversant la ville de part et d'autre. Elle se situe au milieu d'une vaste plaine entourée des montagnes de MOURISSAN du Nord les MAADHID du Sud les hauts plateaux de l'Est et TAFARTAST et DJBEL -MANSOURA de l'Ouest. Elle limite à 920 mètres d'altitude.

##### I.2.2 Analyse géologique

Les terres des hautes plaines sont de texture différente d'une zone à une autre. Elles sont caractérisées par des terres de type sol brun (argilo limoneuses), très profondes qui conviennent à toutes les cultures et généralement pour la culture extensive du blé.

##### I.2.3 Hydrographie

La ville de Bordj Bou Arréridj est parcourue par un réseau hydrographique représenté essentiellement par 4 Oueds dont le plus important est l'Oued ARRERIDJ, on distingue un grand bassin versant de l'Oued K'SOB qui appartient au grand bassin versant de CHOTT –EL-HODNA, il prend la direction Nord-Sud vers l'exutoire final, il draine un bassin de 1494 km dont 97.17% en superficie dans la wilaya.

### I.2.4 Situation climatique

#### a. Climat

Le climat de Bordj Bou Arreridj est de type continental semi-aride aux hivers rigoureux et aux étés sec et chauds.

La station d'observation météorologique la plus proche se situe à Bordj Bou Arreridj dont les coordonnées sont suivantes :

Longitude : 04°,67 E, Latitude : 36°,07 N, Altitude : 1028 m

#### a.1 Pluviométrie : Période (2006-2010)

Les moyennes mensuelles des précipitations sont données dans le tableau suivant :

**Tableau I.1** Pluviométrie moyenne mensuelle.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>P (mm)</b>	29	35	32	40	34	10	03	14	13	35	30	43

Source : (ANRH Bordj Bou Arreridj)

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle de 318 mm qui se répartie sur deux (02) périodes distinctes.

Une période de caractéristique de la saison estivale (Juin, Juillet et Aout) marquée par des faibles pluies d'une moyenne de 9 mm.

Une deuxième période concernant les autres saisons de l'année, marquée par une abondance des pluies.

#### a.2 Température : Période (2006-2010)

Le tableau suivant illustre les données sur les valeurs moyennes mensuelles.

**Tableau I.2** Température moyenne mensuelle.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>T (°C)</b>	06	07	09	12	17	22	26	26	21	16	11	07

Source : (ONM Bordj Bou Arreridj)

L'analyse du tableau ci-dessus nous renseigne sur :

- Une période chaude s'étalant du mois de Juin au mois de Septembre, marquée par une température moyenne 24° C.

Le mois le plus chaud étant le moi de Juillet.

- Une période froide s'étalant du mois d'Octobre au mois d'Avril avec une valeur moyenne de 9°C.

#### a.3 Humidité

L'humidité de l'air est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau I.3** Humidités moyennes mensuelles.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Hum idité(%)</b>	59	47	41	46	42	38	41	32	45	58	58	47

Source : (ONM Bordj Bou Arreridj)

### I.3 Démographie

D'après le dernier recensement qui a été effectué par le service de l'APC de Bordj Bou Arreridj (2008), la population de la commune a été de 167501 habitants, avec un taux d'accroissement de 1,77 %, (APC de Bordj Bou Arreridj).

Le tableau ci-après illustre l'évolution, de la population aux différents horizons d'étude

**Tableau I.4** Répartition de la population.

<b>Année</b>	2008	2012	2020	2030	2040
<b>Nombre d'habitant</b>	167501	179679	206754	246407	293664

Source : (A.P.C de Bordj Bou Arreridj)

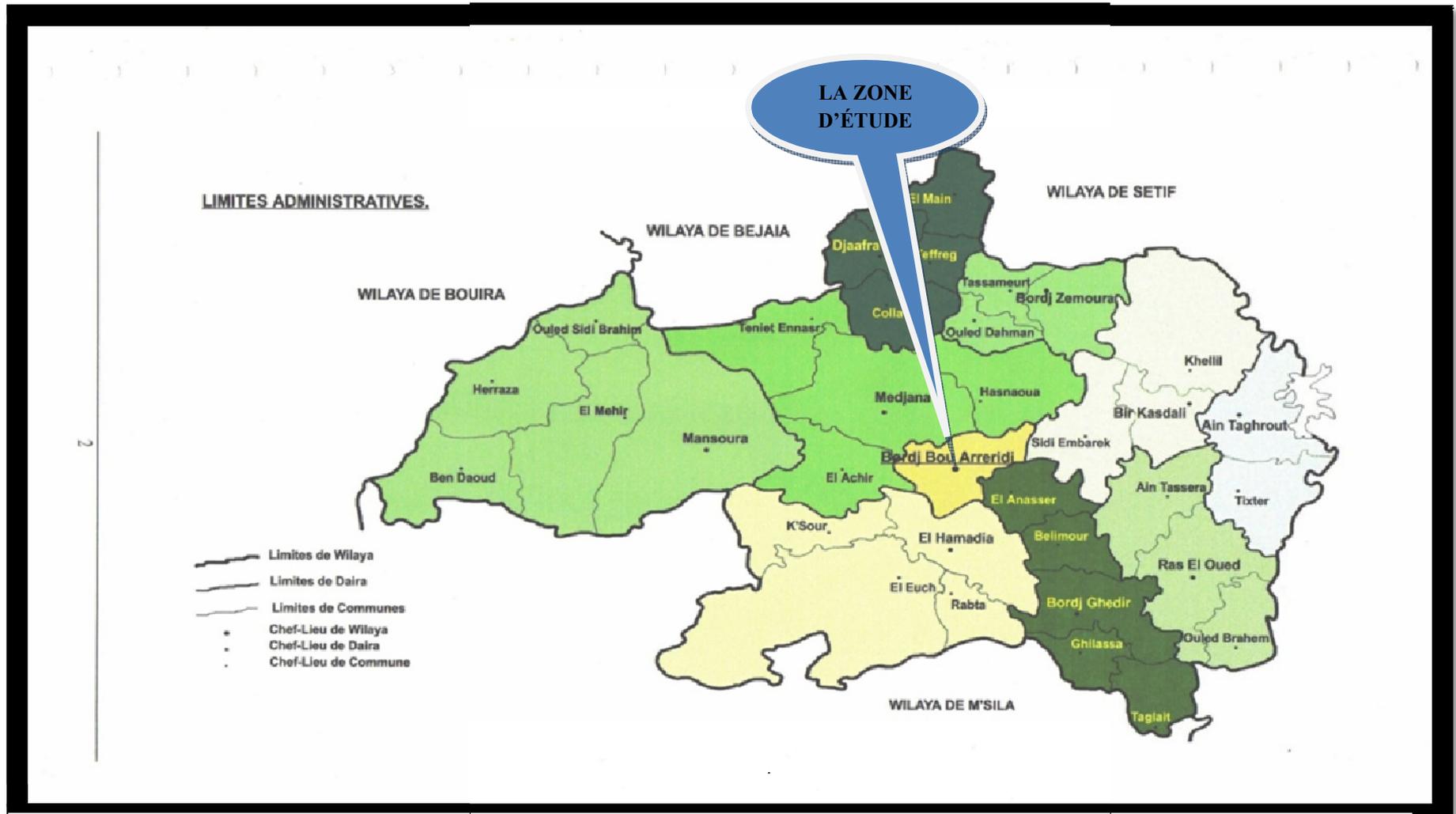


Figure I.1 Situation géographique de la wilaya de Bourdj Bou Arreridj.

(Source DHW.BBA)

## **I.4 Situation hydraulique**

### **I.4.1. Ressource en eau**

#### **a. Eaux superficielles**

L'agglomération de Bordj Bou Arréridj appartient à la région des hauts plateaux où l'apport moyen annuel varie entre 600 et 700 mm/an.

Le barrage d'AIN ZADA est le seul ouvrage de stockage des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arréridj.

#### **b. Eaux souterraines**

- Le Nord de la Wilaya qui se caractérise par des aquifères peu productifs et de faibles potentialités.
- Le Sud de la Wilaya qui présente une zone assez favorable, qui donne des potentialités moyennes.

#### **c. Les ressources en eau mobilisées**

Recensement des points d'alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arréridj est assurée par les ressources en eaux citées ci-dessous :

- Eaux superficielles par le biais du barrage AIN ZADA.
- Forage LACHBOURG.
- Forage MOUGUERIANE.
- Source MOUGUERIANE.
- Forage Chania N°1.
- Forage Chania N°2.
- Forage Chenia N°3 : (rabattement de la nappe).
- Forage LACHBOURG N°1 (rabattement de la nappe).
- Forage LACHBOURG N°2 (rabattement de la nappe).
- Forage kermane (rabattement de la nappe).

### **I.4.2 Caractéristiques hydrauliques des forages et des sources**

#### **2.1 Ressources souterraines**

- **Le forage MOUGUERIANE**

Ce forage est implanté dans la commune de Bordj Ghedir au Sud-est de la ville de Bordj Bou Arréridj, avec un débit de 50l/s.

- **Source MOUGUERIANE**

Située à proximité du forage MOUGUERIANE, formant une station avec le réservoir tampon Rx400m<sup>3</sup> implanté dans le même site avec un débit de 12l/s. La profondeur de ce captage atteint les 38m.

- **Le forage CHANIA N°1**

Ce forage est implanté dans la commune de CHANIA au Sud Est de la ville de Bordj Bou Arreridj, ce forage donne une capacité de production de 25 L/s.

- **Le forage CHANIA N°2**

Ce forage est implanté dans la commune de CHANIA au Sud Est de la ville de Bordj Bou Arreridj, Ce forage donne une capacité de production de 25 L/s.

- **Le forage CHANIA N°3**

Ce forage est implanté dans la commune de CHANIA au Sud Est de la ville de Bordj Bou Arreridj, Ce forage donne une capacité de production de 15 L/s.

Le récapitulatif des forages existes est donnés dans le tableau suivant :

**Tableau I.5** Récapitulatif des forages existants.

Forage	CHANIA 1	CHANIA 2	CHANIA 3	MOUGUERIANNE
<b>Coordonnées</b>	X=698.5 Y=297,7 Z=1100	X=699.9 Y=298.5 Z=1060	X=701.7 Y=298.5 Z=1070	X=698,45 Y=288,6 Z=1270
<b>Année de mise en service</b>	Juillet 2005	AOUT 2005	OCT 2005	2003
<b>Nature de tubage</b>	ACIER	ACIER	ACIER	ACIER
<b>Profondeur (m)</b>	240	220	260	200
<b>DN (mm)</b>	300	300	300	300
<b>Profondeur de calage (m)</b>	100	150	150	70
<b>Profondeur statique (m)</b>	Artésien	Artésien	24	24
<b>Profondeur dynamique (m)</b>	----	----	----	----
<b>Débit théorique du forage (l/s)</b>	30	30	20	50
<b>Débit exploité du forage (l/s)</b>	36	36	24	60
<b>Destination</b>	B.B.A	B.B.A	B.B.A	B.B.A

Source : (ADE Bordj Bou Arreridj)

**Remarque :** nous n'avons pas obtenu la profondeur dynamique au niveau de l'ADE

## 2.2. Ressources superficielles

### 1. Adductions

#### 1.1. Adduction par refoulement AIN ZADA – Réservoir tampon 1000m<sup>3</sup> (DRAA EL ADJROUD)

Le réservoir tampon R 1000m<sup>3</sup> DRAA EL ADJROUD est alimenté à partir du barrage de AIN ZADA à travers une conduite de refoulement en acier de diamètre Ø700 mm (PN 25) et un linéaire de 31Km. Notre adduction prend naissance à partir de la station de traitement D'AIN ZADA.

Le débit circulant à travers cette adduction est de 15000m<sup>3</sup>/j et les populations desservies par cette adduction sont : Bordj Bou Arréridj, Ain Taghrout, Sidi Mbarek.

#### 1.2. Adduction par gravitaire Réservoir tampon 1000m<sup>3</sup> (DRAA EL ADJROUD) vers R2x10000 m<sup>3</sup> (BOUMERGUED)

La présente adduction est matérialisée par une conduite en acier de diamètre Ø600 mm et un linéaire de 5.08 Km. L'écoulement se fait gravitairement. Le débit circulant à travers cette adduction est de 15000m<sup>3</sup>/j et les populations desservies par cette adduction sont : Bordj Bou Arréridj, Madjana et Hasnaoua.

☞ L'état physique de la conduite d'adduction et des ouvrages en ligne (ventouse, vidange) sont bons, ils seront maintenus pour l'horizon d'étude.

### Remarque

Les ouvrages de génie civil des regards des ventouses et vidanges sont en bon état.

#### 1.3. Adduction par gravitaire Réservoir tampon 400m<sup>3</sup> (BORDJ GHEDIR) vers R2x4000m<sup>3</sup> (BOUMERGUED)

La présente adduction est matérialisée par une conduite de 24608 ml. Elle est partagée en quatre tronçons :

- le 1<sup>er</sup> tronçon: représenté par la Ø400 acier sur une longueur de 14500 ml, elle est en état de dégradation avancée à cause de l'absence de la protection cathodique.
- Le 2<sup>ème</sup> tronçon : représenté par la Ø350 acier sur une longueur de 8708 ml, elle est en état de dégradation avancée à cause de l'absence de la protection cathodique.
- Le 3<sup>ème</sup> tronçon : représenté par la Ø300 Amiante ciment sur une longueur de 800 ml, son état est moyennement bon.
- Le 4<sup>ème</sup> tronçon : représenté par la Ø300 Fonte sur une longueur de 600 ml, son état est bon.

#### 1.4. Adduction par gravitaire LACHBOURG –CHÂTEAU D'EAU 2000m<sup>3</sup>

La présente adduction est matérialisée par une conduite de 9000 ml. Elle est partagée en deux tronçons :

- le 1<sup>er</sup> tronçon: représenté par la Ø300 Fonte sur une longueur de 6000 ml, elle est en état de dégradation avancée.

- Le 2<sup>ème</sup> tronçon : représenté par la Ø250 Fonte sur une longueur de 3000 ml, elle est en état de dégradation avancée.

Le récapitulatif des adductions existes est donnees dans le tableau suivant :

**Tableau I.6** Récapitulatif des adductions.

Désignation	Nature du matériau	Nature de l'addu	D.N (mm)	P.N (Bar)	Longueur (ml)	Date de mise en service
<b>AIN-ZADA - R1000 TAMPON</b>	<b>ACIER</b>	<b>ref</b>	<b>700</b>	<b>/</b>	<b>31041</b>	<b>1985</b>
<b>R1000 TAMPON VERS 2X10.000M<sup>3</sup></b>	<b>ACIER</b>	<b>gra</b>	<b>600</b>	<b>/</b>	<b>5080</b>	<b>1985</b>
<b>B/GHEDIR VERS BBA</b>	<b>ACIER</b>	<b>gra</b>	<b>400</b>	<b>/</b>	<b>14500</b>	<b>1968</b>
<b>B/GHEDIR VERS BBA</b>	<b>ACIER</b>	<b>gra</b>	<b>350</b>	<b>/</b>	<b>8708</b>	<b>1968</b>
<b>B/GHEDIR VERS BBA</b>	<b>A.CIMENT</b>	<b>gra</b>	<b>300</b>	<b>/</b>	<b>800</b>	<b>1989</b>
<b>B/GHEDIR VERS BBA</b>	<b>FONTE</b>	<b>gra</b>	<b>300</b>	<b>/</b>	<b>600</b>	<b>2003</b>
<b>ADDUCTION LACHBOURG</b>	<b>FONTE</b>	<b>gra</b>	<b>300</b>	<b>/</b>	<b>6000</b>	<b>1955</b>
<b>ADDUCTION LACHBOURG</b>	<b>FONTE</b>	<b>gra</b>	<b>250</b>	<b>/</b>	<b>3000</b>	<b>1955</b>

Source (ADE de Bordj Bou Arréridj)

**Remarque** : nous n'avons pas obtenir les pressions normalises au niveau de l'ADE

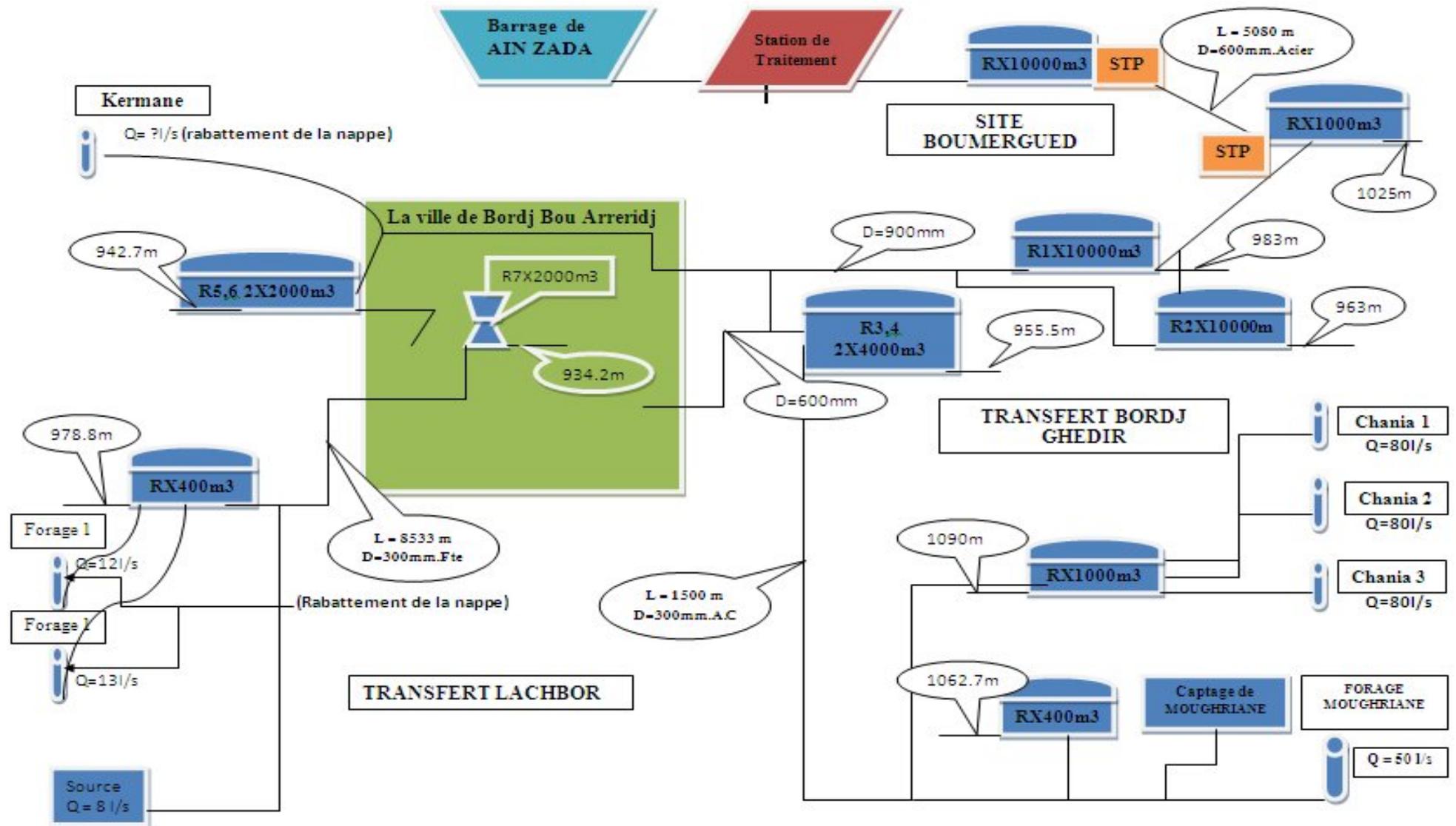


Figure I.2 Schéma synoptique du système d'adduction d'AEP existant de Bordj Bou Arreridj.

## 2. Ouvrages de stockage

Actuellement la couverture du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Bordj Bou Arréridj est assurée par sept (07) ouvrages de stockage.

### 2.1. Réservoir 2x10000 m<sup>3</sup>

Ils sont alimentés à partir du réservoir tampon R1000 m<sup>3</sup> (DRAA EL ADJROUD) avec un débit de 0,3 m<sup>3</sup>/s. Ils sont de type semi enterré et de formes carrées.

Ces deux réservoirs participent à l'alimentation en eau potable de la ville ainsi qu'au remplissage du réservoir 2x2000 m<sup>3</sup>.



**Figure I.3** Vue extérieur du R 10000 m<sup>3</sup> N°1. **Figure I.4** Vue à l'intérieur du R X 10000 m<sup>3</sup> N°2.



**Figure 1.5** Le toit du R 10000 m<sup>3</sup>. Bon état.

### Remarque

L'état physique de ces réservoirs est jugé bon par conséquent ils seront maintenus pour l'horizon d'étude.

### 2.2. Réservoir 2x4000 m<sup>3</sup>

Le remplissage de ces deux réservoirs se fait à partir de deux sources à savoir le réservoir tampon R1000 m<sup>3</sup> (DRAA EL ADJROUD) et le captage MOUGUERIANE avec un débit de 0,35m<sup>3</sup>/s. Ils sont de type semi enterré et de forme circulaire. Ces deux réservoirs sont destinés à l'alimentation du centre ville de Bordj Bou Arréridj et du village Sud.

- Les quatre réservoirs (2x10000 m<sup>3</sup> et 2x4000 m<sup>3</sup>) sont implantés dans des sites qui leurs permettra de couvrir toute la zone à alimenter et assurer une pression Suffisante pour les zones hautes de la ville.

- La seule chose qu'on doit signaler sur l'état des deux réservoirs c'est que la coupole du RX4000m<sup>3</sup> Ouest est dégradée (apparition de fissures) et que la vidange du fond a été surélevée par rapport au radier du réservoir et par conséquent le nettoyage du réservoir fait toujours appel au pompage du volume non vidangé (volume au dessous du vidange de font).

### 2.3. Réservoir 2x2000 m<sup>3</sup>

Implantés à proximité de la route MEDJANA, alimentées à partir des réservoirs 2x10000 m<sup>3</sup> avec un débit de 0,25m<sup>3</sup>/s. Ils sont de type semi enterré et de forme circulaire.

Ces deux réservoirs sont destinés à l'alimentation des 1250 logts et la zone industrielle

### 2.4. Réservoir surélevé 2000 m<sup>3</sup>

Implanté en face du lycée SAID ZEROUKI. Il est alimenté à partir du captage LACHBOURG avec un débit de 33l/s, Il est de type surélevé. Ce réservoir est destiné au renforcement de l'alimentation du centre ville.

Le récapitulatif des réservoirs existes est donnees dans le tableau suivant :

**Tableau I.7** Capacité de stockage et zone d'alimentation.

OUVRAGES	ZONE D'ALIMENTATION	CAPACITE (m <sup>3</sup> )	TYPE
DRAA-ADJROUD	B.B.A - Village Akhrouf	1000	RESERVOIR
BOUMERGUED	B.B.A	4000	RESERVOIR
BOUMERGUED	B.B.A	4000	RESERVOIR
BOUMERGUED	B.B.A	10000	RESERVOIR
BOUMERGUED	B.B.A	10000	RESERVOIR
RTE MEDJANA	B.B.A	2000	CHATEAU D'EAU
RTE MEDJANA	B.B.A	2000	RESERVOIR
RTE MEDJANA	B.B.A	2000	RESERVOIR
BORDJ-GHEDIR	B.B.A - Belimour	400	RESERVOIR
CHENIA	B.B.A	1000	RESERVOIR

Source (ADE de Bordj Bou Arréridj)

**Conclusion** : Chef lieu de la zone d'étude (wilaya de Bordj Bou Arreridj), est caractérisée par un relief régulier, par un climat semi aride, des ressources hydriques mobilisées pour son alimentation comprennent une quantité d'eau prise du barrage d'Ain Zada et une quantité captée à travers une source et plusieurs forages.

**CHAPITRE II**  
**EVALUATION DES BESOINS EN EAUX**



## CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS EN EAUX

### Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur.

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, du niveau de vie de la population,...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre.

### II.1 Estimation de la Population future

Pour l'estimation de la population future, nous prenons un horizon de 28 ans et nous adopterons un taux d'accroissement de 1,77%. Pour les calculs de la population future nous utiliserons finalement la formule des intérêts composés :

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

Avec :

$P_n$  : Population à l'horizon 2040

$P_0$  : 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 commune de Bordj Bou Arréridj était de 167501 habitants.

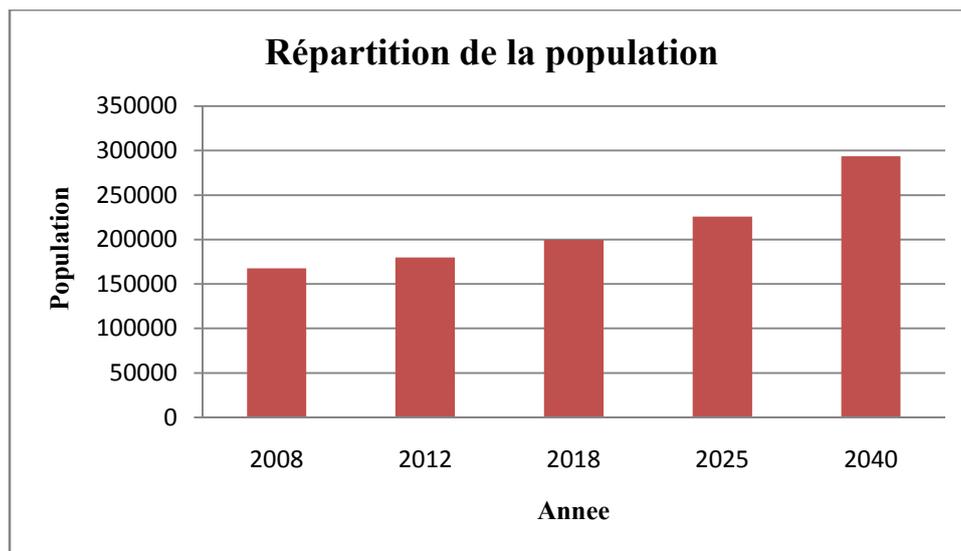
**Tableau II.1** Estimation de l'évolution de la population.

Année	2008	2012	2018	2025	2040
Nombre d'habitant	167501	179679	199625	225711	293664

Source : (A.P.C de Bordj Bou Arréridj)

### Remarque

Ce calcul est fait avec un taux d'accroissement de 1,77%, et cela d'après le service d'A.P.C de Bordj Bou Arréridj.



**Figure II.1** Répartition de la population.

## II.2 Estimation des débits

### 2.1 Généralité

Les quantités des eaux de consommation sont à considérer selon les valeurs des débits de pointe qui conditionnent explicitement le dimensionnement des conduites, les débits seront évalués sur la base des consommations d'eau globales de l'agglomération observée au jour de la forte consommation de l'année, rapporté à l'unité habitant sur une période de 24 heures.

### 2.2 Choix de la dotation

En se basant sur les tendances et les recommandations internationales la dotation moyenne par habitant et par jour, sans tenir compte de l'industrie, se situe comme suit :

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200 à 300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

### 2.3 Catégories des besoins en eau

Les différentes catégories des besoins de consommations sont :

- Besoins domestiques
- Besoins scolaires
- Besoins sanitaires
- Besoins administratifs
- Besoins socioculturels
- Besoins commerciaux
- Besoins industriels

## II.3 Estimation de la consommation moyenne journalière

- **Besoins domestiques :** L'estimation des besoins domestiques en eau potable dépend de l'accroissement démographique et de l'amélioration du niveau de vie. La consommation moyenne journalière de la zone concernée par l'étude, est égale à la dotation que multiplie le nombre total des habitants.

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

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

Les besoins seront estimés d’après DHW de Bordj Bou Arréridj avec une dotation de 150 l/j/hab.

N: Nombre d'habitants.

- **Besoins des équipements publics :** Ils englobent les différents services suivants (Scolaires, Administratifs, Sanitaires, Culturels, et Services publics,.....) et le choix de La dotation est variée selon la catégorie.
- **Besoins d’arrosages :** La dotation pour l’arrosage des jardins publics et des rues est fixée de 05 l/m<sup>2</sup> sur une durée de 04 heures.
- **Besoins industriels**

**Tableau II.2** Estimation des besoins industriels à l’état actuel (2012).

Catégories de Consommateurs Domestique	Type de Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation	Q <sub>mov. i</sub>
					(l/j/unité)	(m <sup>3</sup> /j)
Zone industrielle	Industriels	9 Industrie Electronique & Electricque	employé	2630	30	78,9
		9 Industrie Agro Alimentaire	employé	80	30	2,4
			tonne	17,3325	20000	346,65
		4 Industrie Sidérurgique et métallique	employé	1597	50	79,84
			tonne	117,92	12500	1474
		6 Industrie du Textile et cuir	stagiaire	85	30	2,55
			paire	4784	7	33,488
		3 Industrie du Papier	employé	40	30	1,2
tonne	1,58		300000	474,075		
19 Bâtiment & Matériaux de Construction	employé	630	30	18,9		
	tonne	30,635	6000	183,81		
8 Industrie Plastique et chimie	employé	485	30	14,55		
	tonne	4,85	20000	97		

Source (ADE de Bordj Bou Arréridj)

**Tableau II.3** Estimation des besoins en eau potables à l’état actuel (2012) pour les différentes catégories.

Catégories de Consommateurs Domestique	Type de Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation	Q <sub>mov. i</sub>
					(l/j/unité)	(m <sup>3</sup> /j)
Equipements publics	<b>Domestique</b>		<b>Hab.</b>	179679	150	26951,85
	Scolaire	53 écoles primaires	élève	20444	10	204,44
		28 C.E.M	élève	16707	10	167,07
		11 LYCEE	élève	7984	10	79,84
		04 C.F.P.A	élève	1475	10	14,75
	Administratif	APC	employé	1700	15	25,5
		Daïra	employé	60	15	0,9
		6 P.T.T	employé	193	15	2,895
		Willaya	employé	2170	15	32,55
		Contribution impôt	employé	212	15	3,18
		pompier	m <sup>2</sup>	15000	05	75,00
		10 Police	Agent	900	40	36
		CNAC	employé	88	15	1,32
		Direction de la wilaya	employé	3493	15	52,40

	<b>Sanitaires</b>	2 Hôpital	lit	383	300	114,9
		07 Polyclinique	patient	280	15	4,20
		17 Salle de soins	Patient	680	20	13,6
		127 Cabinets médecin	m <sup>2</sup>	12700	05	63,5
		67 Cabinets dentaire	m <sup>2</sup>	6700	05	33,5
		73 Pharmacie	m <sup>2</sup>	7300	05	36,5
	<b>Socioculturels</b>	4 Maison de jeune.	personnes	73	15	1,095
		36 Mosquée.	fideles	27897	20	557,93
		9 Complexe sportive	personnes	1800	60	108,00
		stades communaux	m <sup>2</sup>	4000	5	20,00
		7 Hôtel	lit	301	150	45,15
		Restaurant	repas	600	30	18,00
		Musé	personne	16	20	0,32
		Bibliothèque	personne	20	20	0,4
	<b>Commerciaux</b>	Lavage automobile	unité	35	100	3,5
		Artisanat	employé	16	30	0,48
		Commerce en gros	unité	600	30	18,00
		Commerce en détaille	unité	8500	30	255
		Abattoir	bétail	158	200	31,60
		Station d'essence	unité	10	1000	10,00
<b>Arrosages</b>	Rues	m <sup>2</sup>	12200	5	61,00	
	Jardins publics	m <sup>2</sup>	10000	5	50,00	

Source (A.P.C de Bordj Bou Arréridj)

Le tableau suivant récapitule les différentes catégories de besoins.

**Tableau II.4** Besoins en eau potable de la ville de Bordj Bou Arréridj à l'horizon actuel (2012).

<b>Catégories des besoins</b>	<b>Q<sub>mov,j</sub>(m<sup>3</sup>/j)</b>
Domestiques	26951,85
Scolaires	466,10
Administratifs	229,754
Sanitaires	266,20
Socioculturels	754,395
Commerciaux	321,08
Arrosages	111,00
Industriels	2807,36
<b>Total</b>	<b>31907,54</b>

## II.4 Estimation des besoins en eau potable a l'horizon 2040

### II.4.1 Calcul des besoins moyens journaliers

Pour répondre aux besoins de la population future, nous prévoyons la réalisation d'un programme d'équipement qui sera mis au point ultérieurement. En appliquant les mêmes formules pour le calcul des débits, nous aboutissons aux valeurs théoriques de l'annexe II.1 qui donne une image de projection possible pour l'horizon (2040).

**Tableau II.5** Calcul du débit moyen des équipements projetés (2040).

Catégories de Consommateurs Domestique	Type de Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation	Q <sub>mov. j</sub>
					(l/j/unité)	(m <sup>3</sup> /j)
Equipements publics	Scolaire	écoles primaires	élève	33413	10	334,13
		C.E.M	élève	27306	10	273,06
		LYCEE	élève	13049	10	130,49
		C.F.P.A	élève	2411	10	24,11
	Administratif	APC	employé	2778	15	41,67
		Daïra	employé	98	15	1,47
		P.T.T	employé	315	15	4,725
		Willaya	employé	3547	15	53,205
		Contribution impôt	employé	346	15	5,19
		pompier	m <sup>2</sup>	30000	05	150
		Police	Agent	1471	40	58,84
		CNAC	employé	144	15	2,16
		Direction de la wilaya	employé	5709	15	85,635
	Sanitaires	Hôpital	lit	626	300	187,8
		Polyclinique	patient	458	15	6,87
		Salle de soins	Patient	1111	20	22,22
		Cabinets médecin	m <sup>2</sup>	25400	05	127
		Cabinets dentaire	m <sup>2</sup>	13400	05	67
		Pharmacie	m <sup>2</sup>	14600	05	73
	Socioculturels	Maison de jeune.	personnes	119	15	1,785
		Mosquée.	fideles	27480	20	549,61
		Complexe sportive	personnes	2942	60	176,52
		stades communaux	m <sup>2</sup>	8000	5	40
		Hôtel	lit	492	150	73,8
		Restaurant	repas	800	30	24
		Musé	personne	26	20	0,52
		Bibliothèque	personne	33	20	0,66
	Commerciaux	Lavage automobile	unité	57	100	5,7
		Artisanat	employé	26	30	0,78
		Commerce en gros	unité	981	30	29,43
		Commerce en détaille	unité	11712	30	351,36
		Abattoir	bétail	258	200	51,6
		Station d'essence	unité	16	1000	16
cafés	clients	800	10	8		

## II.5 Besoins domestiques pour l'année 2012 et l'horizon 2040

**Tableau II.6** Estimation des besoins domestiques.

Année	2012	2040
Nombre d'habitants	179679	293664
Dotation (l/j/hab)	150	300
Débit Q <sub>mov. j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	26951,85	88099,2

## II.6 Récapitulation des besoins moyens journaliers

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

**Tableau II.7** Estimation des besoins moyens.

Année	2012	2040
Domestiques $Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	26951,85	88099,2
Équipements $Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	4955,69	6010,01
Besoins Totaux $Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	31907,54	94109,21

**II.7 Détermination des consommations maximales et minimales journalières**

En fonction des jours, des semaines et des mois, on observe des variations de la consommation. Le débit d'eau consommé n'est pas constant, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Cette variation est caractérisée par des coefficients d'irrégularité  $K_{max,j}$  et  $K_{min,j}$

**II.7.1 Consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ )**

Ce débit représente la consommation d'eau maximale du jour le plus chargé de l'année, il s'obtient par la relation suivante :

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

Avec :

$Q_{moy,j}$  : Consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/j).

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

On prend :  $K_{max,j}=1,2$

**II.7.2 Consommation minimale journalière ( $Q_{min,j}$ )**

Ce débit représente la consommation d'eau minimale du jour le moins chargé de l'année, il s'obtient par la relation suivante :

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

$Q_{moy,j}$  : Consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/j).

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

On prend :  $K_{min,j}=0,9$

Les consommations moyennes, minimales et maximales journalières sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau II.8** Tableau récapitulatif des débits journaliers  $Q_{min,j}$ ,  $Q_{moy,j}$ ,  $Q_{max,j}$ .

Horizons		Besoins totaux $Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$ (m <sup>3</sup> /j)
La ville de Bordj Bou Arreridj	2012	31907,54	1,2	38289,048	0,9	28716,786
	2040	94109,21	1,2	112931,052	0,9	84698,289

## II.8 Étude des variations des débits horaires

### 8.1 Débit moyen horaire

Le débit moyen subit non seulement des variations journalières mais aussi des variations horaires. Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{moy,h} = Q_{max,j} / 24 \text{ (m}^3\text{/h)} \dots\dots\dots\text{(II.5)}$$

Avec :

- $Q_{moy,h}$  : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h).
- $Q_{max,j}$  : Débit maximal journalier (m<sup>3</sup>/j).

### 8.2 Débit maximum horaire

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

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

Avec :

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

### Coefficient d'irrégularité maximal horaire

Ce coefficient 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 :  $\alpha_{max}$  et  $\beta_{max}$  ; tel que :

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

Avec :

- $\alpha_{max}$  : 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 :  $\alpha_{max} = 1,3$ .

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

**Tableau II.9** Variation du coefficient  $\beta_{max}$ .

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

### 8.3 Débit minimum horaire

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

Avec :

$Q_{moy,h}$  : Débit moyen horaire en  $m^3/h$  .

$K_{min,h}$  : 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 :

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

Avec :

$\alpha_{min}$  : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail. Il varie de **0,4 à 0,6**. Pour notre cas, on prend :  **$\alpha_{min} = 0,5$** .

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

**Tableau II.10** Variation du coefficient  $\beta_{min}$ .

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

**Tableau II.11** Débits (max et min) horaires pour chaque horizon.

Horizon	$Q_{moy,h}$ ( $m^3/h$ )	$\alpha_{max}$	$\beta_{max}$	$K_{max,h}$	$\alpha_{min}$	$\beta_{min}$	$K_{min,h}$	$Q_{max,h}$ ( $m^3/h$ )	$Q_{min,h}$ ( $m^3/h$ )
Actuelle	1329,48	1,3	1,1	1,43	0,5	0,70	0,35	<b>1901,16</b>	<b>465,32</b>
<b>2040</b>	<b>3921,22</b>	1,3	1,1	1,43	0,5	0,70	0,35	<b>5607,34</b>	<b>1372,43</b>

- Estimation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants**

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau (Annexe II.1).

**Remarque**

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on a tous les variantes (actuelle et au 2040) se trouve dans l'intervalle plus de 100000 habitants.

Le débit horaire est obtenu par la formule suivante :

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

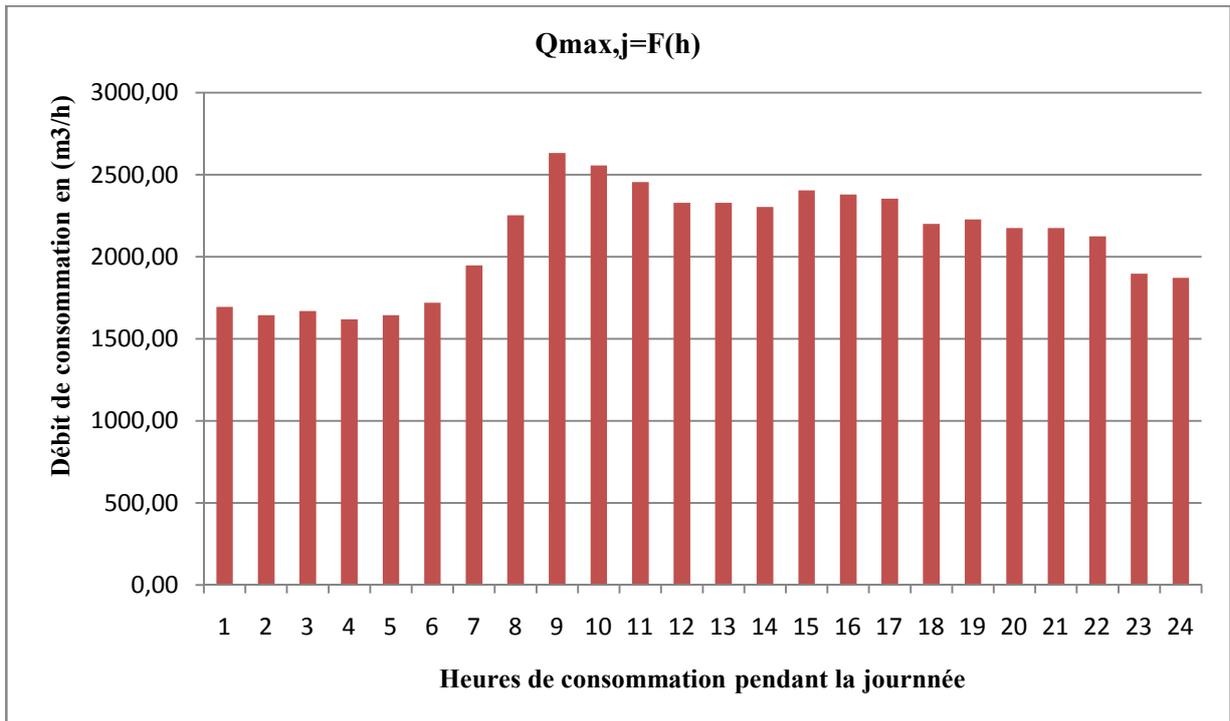
- $Q_h$  : Débit horaire nécessaire.
- $Q_{\max.j}$  : Débit maximal journalière nécessaire.
- $P\%$  : Pourcentage horaire.

La répartition horaire des débits de consommation journalière pour l'horizon actuel et l'horizon 2040 de notre agglomération est indiquée dans les tableaux suivants :

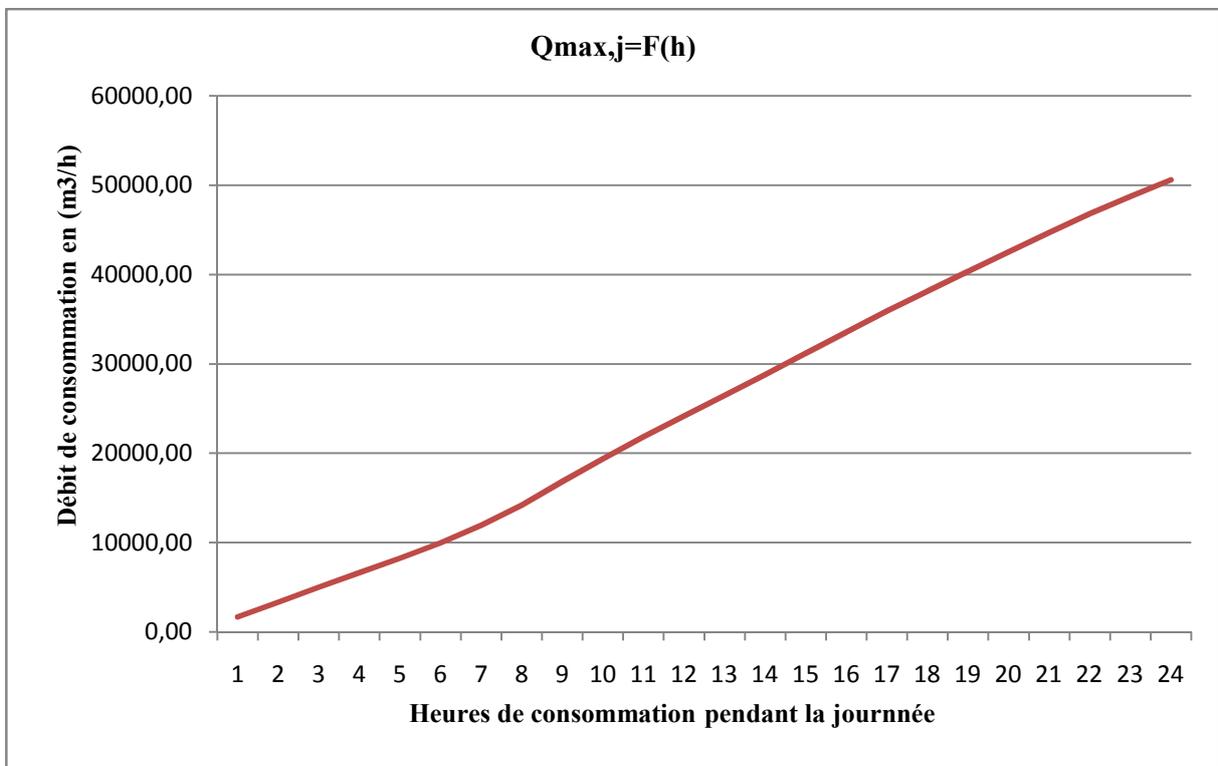
**Tableau II.12** Répartition des débits horaire : (Actuelle et à l'horizon)

Heures	Horizon actuel 2012						Horizon 2040					
	$Q_{max,j}=31907,54m^3/j$		$Q_{in}=2807,36m^3/j$		Courbe de consommation		$Q_{max,j}=94109,21m^3/j$		$Q_{in}=3031,67m^3/j$		Courbe de consommation	
(h)	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h
0-1	3.35	1068,90	0	0	3,35	1068,9	3.35	3152,66	0	0	3,35	3152,66
1-2	3.25	1037,00	0	0	6,6	2105,9	3.25	3058,55	0	0	6,6	6211,21
2-3	3.3	1052,95	0	0	9,9	3158,85	3.3	3105,60	0	0	9,9	9316,81
3-4	3.2	1021,04	0	0	13,1	4179,89	3.2	3011,49	0	0	13,1	12328,31
4-5	3.25	1037,00	0	0	16,35	5216,89	3.25	3058,55	0	0	16,35	15386,86
5-6	3.4	1084,86	12,5	350,92	19,75	6301,75	3.4	3199,71	12,5	378,96	19,75	18586,57
6-7	3.85	1228,44	12,5	350,92	23,6	7530,19	3.85	3623,20	12,5	378,96	23,6	22209,78
7-8	4.45	1419,89	12,5	350,92	28,05	8950,08	4.45	4187,86	12,5	378,96	28,05	26397,63
8-9	5.2	1659,19	12,5	350,92	33,25	10609,27	5.2	4893,68	12,5	378,96	33,25	31291,31
9-10	5.05	1611,33	12,5	350,92	38,3	12220,6	5.05	4752,52	12,5	378,96	38,3	36043,83
10-11	4.85	1547,52	12,5	350,92	43,15	13768,12	4.85	4564,30	12,5	378,96	43,15	40608,13
11-12	4.6	1467,75	0	0	47,75	15235,87	4.6	4329,02	0	0	47,75	44937,15
12-13	4.6	1467,75	0	0	52,35	16703,62	4.6	4329,02	0	0	52,35	49266,17
13-14	4.55	1451,79	0	0	56,9	18155,41	4.55	4281,97	0	0	56,9	53548,14
14-15	4.75	1515,61	0	0	61,65	19671,02	4.75	4470,19	0	0	61,65	58018,33
15-16	4.7	1499,65	0	0	66,35	21170,67	4.7	4423,13	0	0	66,35	62441,46
16-17	4.65	1483,70	12,5	350,92	71	22654,37	4.65	4376,08	12,5	378,96	71	66817,54
17-18	4.35	1387,98	12,5	350,92	75,35	24042,35	4.35	4093,75	12,5	378,96	75,35	70911,29
18-19	4.4	1403,93	0	0	79,75	25446,28	4.4	4140,81	0	0	79,75	75052,10
19-20	4.3	1372,02	0	0	84,05	26818,3	4.3	4046,70	0	0	84,05	79098,79
20-21	4.3	1372,02	0	0	88,35	28190,32	4.3	4046,70	0	0	88,35	83145,49
21-22	3.75	1340,12	0	0	92,55	29530,44	3.75	3952,59	0	0	92,1	87098,08
22-23	4.2	1196,53	0	0	96,3	30726,97	3.75	3529,10	0	0	96,3	90627,17
23-24	3.7	1180,58	0	0	100	31907,55	3.7	3482,04	0	0	100	94109,21

**Détermination des graphiques de consommation actuelle**

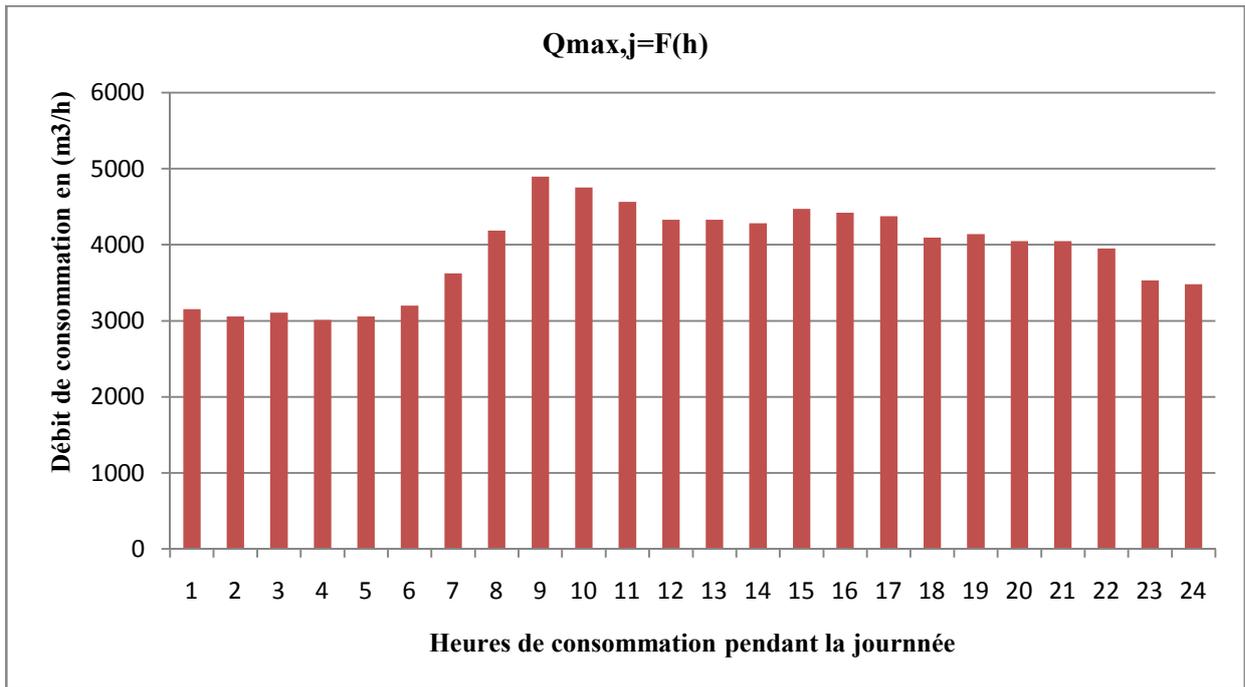


**Figure II.2** Diagramme à barres représente la consommation actuelle.

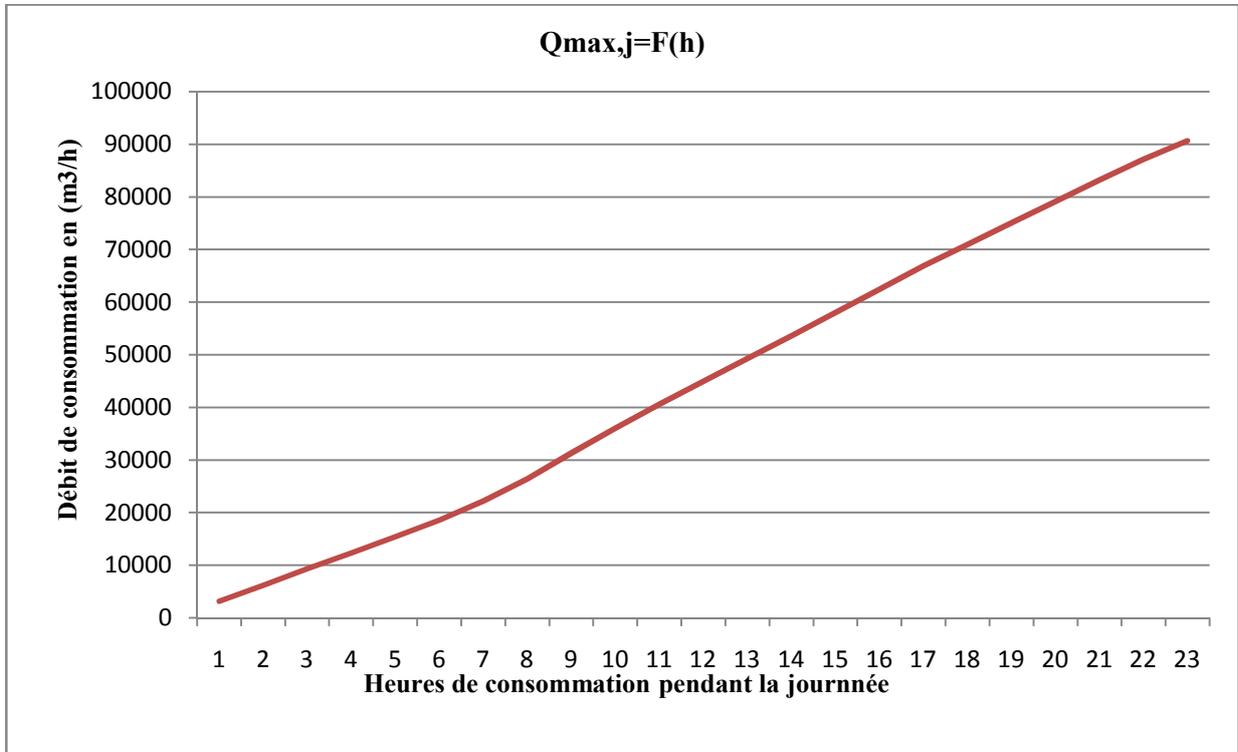


**Figure II.3** Graphique de consommation actuelle.

**Détermination des graphiques de consommation à long terme (2040)**



**Figure II.4** Diagramme à barres représente la consommation à long terme.



**Figure II.5** Graphique de consommation à long terme 2040.

## II.9 Balance ressources/besoins

Nous avons déjà fait le calcul des besoins en eau, on a arrivé a déterminé les débits maximums journaliers pour les différents horizons de calcul, donc on peut faire une petite analyse sur le taux de satisfaction de ces besoins.

D'après la DHW de la willaya de Bordj Bou Arréridj les ressources disponible est de 32747m<sup>3</sup>/s

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

**Tableau II.13** Balance ressources/besoins.

Désignation	Actuel 2012	2040
Consommation de pointe (m3/j)	31907,54	94109,21
Ressources disponibles (m3/j)	32747	
L'excès (m3/j)	8309,46	0
Déficit (m3/j)	0	61362,21
Déficit (l/s)	0	710,21

**Remarque :** Nous signalons que la ressource existante ne satisfait pas les besoins de l'agglomération à l'horizon d'étude 2040.

## II.10 Analyse de la capacité de stockage

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières du débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

Il est possible de réduire leur capacité en calculant le volume minimum pour assurer la continuité de la distribution. A la limite, le réservoir peut servir de simple régulateur de pression en fonction du rythme d'enclenchement de la pompe.

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 régime de consommation de notre agglomération caractérisée par la courbe de consommation (**Figure II.2**).
- Le régime d'apport d'eau à partir de la source vers le réservoir que nous avons fixé un régime de pompage de **20 heures** du fait d'un captage à partir des sources souterraines.

En conséquence, la capacité sera déduite à partir des résidus entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure pendant 24 heures.

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

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

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

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

Alors le volume total du réservoir serait le suivant :

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

AN. 
$$Vu = \frac{13,1 \times 31907,54}{100} = 4179,88\text{m}^3$$

$$\mathbf{V_u = 4179,88\text{m}^3}$$

**Tableau II.14** Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel (2012).

Heures	Consomat. horaire (%)	Refoulement de l'eau (%)	Arrivée Stockage	Départ Distribution	Capacité horaire du réservoir (%)
0 à 1	3,35	0		-3,35	9,75
1 à 2	3,25	0		-3,25	6,5
2 à 3	3,3	0		-3,3	3,2
3 à 4	3,2	0		-3,2	0
4 à 5	3,25	5	1,75		1,75
5 à 6	3,4	5	1,6		3,35
6 à 7	3,85	5	1,15		4,5
7 à 8	4,45	5	0,55		5,05
8 à 9	5,2	5		-0,2	4,85
9 à 10	5,05	5		-0,05	4,8
10 à 11	4,85	5	0,15		4,95
11 à 12	4,6	5	0,4		5,35
12 à 13	4,6	5	0,4		5,75
13 à 14	4,55	5	0,45		6,2
14 à 15	4,75	5	0,25		6,45
15 à 16	4,7	5	0,3		6,75
16 à 17	4,65	5	0,35		7,1
17 à 18	4,35	5	0,65		7,75
18 à 19	4,4	5	0,6		8,35
19 à 20	4,3	5	0,7		9,05
20 à 21	4,3	5	0,7		9,75
21 à 22	4,2	5	0,8		10,55
22 à 23	3,75	5	1,25		11,8
23 à 24	3,7	5	1,3		13,1
	100	100			

**Tableau II.15** Résultat de calcul du volume total de stockage pour l'état actuel (2012).

Paramètres	$Q_{\max, j}$ (m <sup>3</sup> /j)	a (%)	$V_u$ (m <sup>3</sup> )	$V_{inc}$ (m <sup>3</sup> )	$V_t$ (m <sup>3</sup> )
Résultats	31907,54	13,1	4179,88	7×120	5019,88

Après la normalisation du volume totale du réservoir on a trouvé que la capacité de stockage nécessaire actuellement est de **5000 m<sup>3</sup>**.

**Tableau II.16** Calcul du volume total de stockage à l'horizon (2040).

Paramètres	$Q_{\max, j}$ (m <sup>3</sup> /j)	a (%)	$V_u$ (m <sup>3</sup> )	$V_{inc}$ (m <sup>3</sup> )	$V_t$ (m <sup>3</sup> )
Résultats	94109,21	13,1	12328,31	7×120	13168,31

Après la normalisation du volume totale du réservoir on a trouvé que la capacité du stockage nécessaire à l'horizon 2040 est de **14000 m<sup>3</sup>**.

### II.11 Bilan de stockage

On a établi un bilan entre la capacité du stockage en eau potable disponible dans la ville de Bordj Bou Arréridj et celle du stockage nécessaire, on a trouvé comme le montre le tableau ci-dessus que la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération jusqu'à l'horizon d'étude 2040.

**Tableau II.17** Bilan de stockage

Année	Stockage nécessaire (m <sup>3</sup> )	Stockage disponible (m <sup>3</sup> )	Déficit (m <sup>3</sup> )	Surplus (m <sup>3</sup> )
2012	5000	34000	/	29000
2040	14000		/	20000

### Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'évaluer la consommation moyenne journalière de l'agglomération pour l'année 2012 est de 31907,54 m<sup>3</sup>/j et pour l'horizon d'étude est de 94109,21 m<sup>3</sup>/j. Nous allons déterminer dans ce chapitre que la capacité de stockage existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération jusqu'à l'horizon d'étude 2040.

**CHAPITRE II**  
**EVALUATION DES BESOINS EN EAUX**



## CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET SIMULATION DU RÉSEAU EXISTANT

### Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel **WATERCAD**, en vue de l'étudier. C'est-à-dire, déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se repérer aux hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe et d'incendie avec une pression de service suffisante, pour les habitations élevées (bâtiments, etc...). Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits en routes pour chaque tronçon.

### III.1 Le logiciel Water CAD

#### a- Description du logiciel Water CAD [8]

Water CAD® est un logiciel de modélisation hydraulique créé par la société Bentley qui fournit des solutions qui gèrent le cycle de vie complet des infrastructures, répondant aux besoins de divers métiers –architectes, ingénieurs, urbanistes, entrepreneurs en construction, fabricants, responsables informatiques, opérateurs et techniciens de maintenance.

Le logiciel Water CAD peut déterminer la qualité de l'eau pour les systèmes de distribution d'eau potable, il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment pour l'analyse de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie, l'analyse de la concentration des constituants et la gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure.

Dans cette étude nous avons travaillé avec La dernière version du logiciel (La version 8XM).

#### b- Fonction et Application

Le modèle Water CAD® a pour objectif une compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

Voici quelques exemples :

La recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme :

- Utilisation en alternance des différentes ressources du système.
- Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs.
- Préciser l'usage des stations de ré-chloration (ou autres traitements) en réseau.
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.
- Analyses de qualité de l'eau et Sécurité du système.

### III.2 Diagnostic du réseau

Une fois le dimensionnement des conduites fait, il faut trouver les débits réels des tronçons avec leurs sens et les pressions aux niveaux des nœuds.

La méthode de HARDY-CROSS est la plus ancienne et encore la plus utilisée des méthodes de calcul des réseaux de distribution, devenue aujourd'hui plus malléable avec l'outil informatique.

La méthode de HARDY-CROSS repose sur deux principes qui sont :

- Premier principe : Pour le même nœud la somme des débits entrants est égale à celle des débits sortants.
- Deuxième principe : La somme algébrique des pertes de charge dans la même maille est nulle.

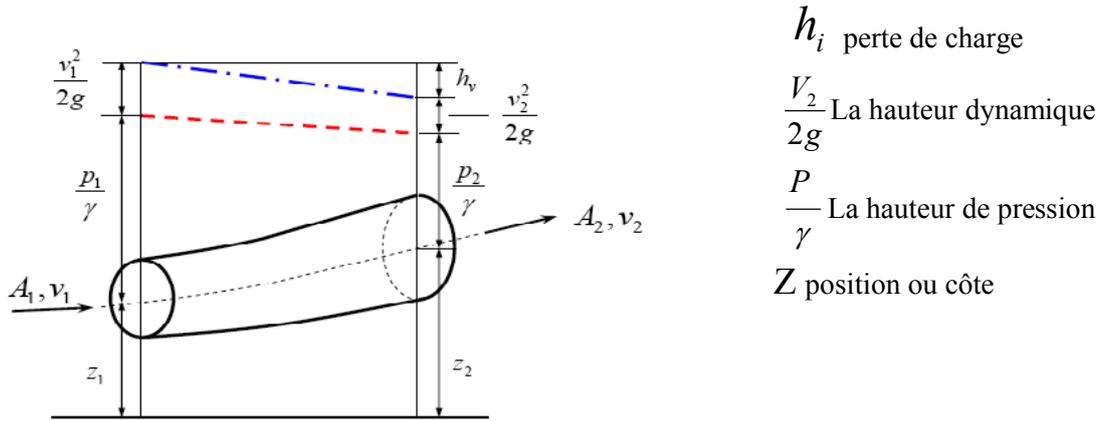
Nous allons résumer cette méthode en quelques étapes :

- 1- Compte tenu des consommations à chaque nœud la somme algébrique des débits doit être nulle.
- 2- Calcul des pertes de charge pour chaque conduite.
- 3- Calcul de la somme algébrique des pertes de charge relatives aux conduites d'une première boucle dont on aura au moins d'un hasard  $\sum H_i \neq 0$ .
- 4- Calculer la valeur de  $(\sum H_i / Q_i)$  pour la première boucle sans tenir compte des signes puisque on aura le même signe pour  $(H_i)$  et  $(Q_i)$
- 5- Calcul de la correction  $\Delta Q$  à apporté aux débits relatifs aux conduites de la première boucle.
- 6- Correction algébrique des débits relatifs aux conduites de la première boucle :

$$Q_i = Q_i + \Delta Q.$$

- 7- Reprise des étapes (3) et (6) pour les autres boucles.
- 8- Reprise des étapes (7) et (3) jusqu'à l'obtention de la précision fixée au préalable. La précision peut se faire par rapport à une valeur minimale de  $(\Delta Q)$  ou de  $(\sum H_i)$
- 9- Calcul des pressions inconnues a partir de celles des nœuds connus en progressant d'un nœud (A) à un autre (B) en appliquant le théorème de BERNOULI :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 + h_i \dots\dots\dots(III.1)$$

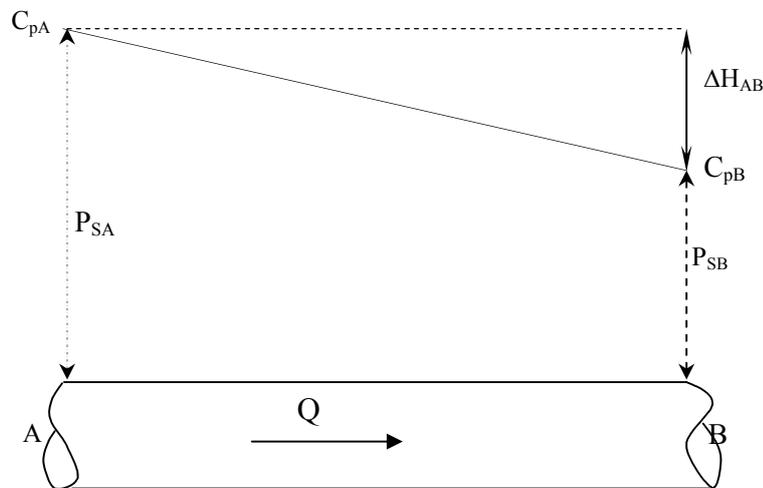


L'inconvénient de cette méthode est sa lente convergence vers les résultats, ou les solutions finales, ce qui a incité les ingénieurs à développer de nouvelles méthodes qui s'adaptent mieux avec l'outil informatique.

**2.1 Calcul de la perte de charge [9]**

**2.1.1 Introduction**

La perte de charge entre deux points A et B d'une canalisation est la différence de côte piézométrique entre ces deux points.



**Figure III.1** Pertes de charges entre deux points A et B d'une canalisation.

$$\Delta H_{AB} = C_{pA} - C_{pB} \dots\dots\dots (III.2)$$

Avec :

$\Delta H_{AB} = h_i$  : Perte de charge entre A et B.

$C_{pA}$  : Côte piézométrique en A.

$C_{pB}$  : Côte piézométrique en B.

Par définition, la cote piézométrique en un point  $i$  ( $C_{p_i}$ ) est égale à la cote du terrain naturel en ce point ( $CT_{Ni}$ ) plus la colonne d'eau libre en ce même point ( $H$ )<sub>libre</sub>.

$$C_{p_i} = CT_{Ni} + (H)_{\text{libre}}$$

On distingue deux types de pertes de charge :

- Perte de charge linéaire
- Perte de charge singulière

### 2.1.2 Pertes de charge linéaire

Les pertes de charge régulières (linéaires), représentent les pertes d'énergie due aux frottements visqueux du fluide le long d'une conduite de section constante. Les expériences ont montré qu'elle est proportionnelle à  $Q^\alpha$ .

Avec :

$Q$  : débit donné par la formule  $Q = Q_t + 0,55Q_r$ .

$Q_t$  : débit transité.

$Q_r$  : débit consommé en route.

$\alpha$  : Exposant qui varie d'un auteur à un autre. Certains auteurs le considèrent variable selon le régime d'écoulement.

Ces pertes de charges ont lieu sur toute la longueur de la conduite. Il existe plusieurs formules pour leur calcul, parmi lesquelles on cite :

#### ❖ Formule de DARCY-WEISBACH

La perte de charge linéaire ( $\Delta H_1$ ) selon ces deux chercheurs est donnée par la formule suivante :

$$\Delta H_1 = \lambda \times \frac{L \times V^2}{D \times 2g} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\Pi^2 \times g \times D^5} \dots (m) \dots \dots \dots (III.3)$$

Avec :

$L$  : Longueur de la conduite.

$D$  : Diamètre de la conduite.

$g$  : Accélération de la pesanteur [ $m/s^2$ ].

$\lambda$ : Coefficient de frottement linéaire.

Plusieurs formules permettent de calculer  $\lambda$ . Celles-ci se distinguent selon le régime d'écoulement qui est souvent turbulent. On peut aussi obtenir la valeur de ce coefficient à partir du diagramme de MOODY.

### ❖ Formule de LECHAPT et CALMON

Cette formule est la suivante :

$$\Delta H_1 = \gamma \times \frac{L \times Q^\alpha}{D^\beta} \dots (m) \dots \dots \dots (III.4)$$

L : Longueur de la conduite

$\gamma$  : Coefficient de perte de charge.

Les constantes  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  sont données par le tableau suivant :

**Tableau III.1** Les constantes  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  en fonction de la rugosité absolue  $\epsilon$ .

$\epsilon$	$\epsilon = 2 \text{ mm}$	$\epsilon = 1 \text{ mm}$	$\epsilon = 0,1 \text{ mm}$
$\gamma$	1,863	1,601	1,1
$\alpha$	2	1,975	1,89
$\beta$	5,32	5,25	5,01

### ❖ Formule de HAZEN WILLIAMS

Cette équation est donnée par :

$$\Delta H_1 = 10,679 \times \frac{L \times Q^\alpha}{C_{HW}^\alpha \times D^\beta} \dots (m) \dots \dots \dots (III.5)$$

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.2** 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

## 2.2 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.
- On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe.
- On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

### 2.2.1 Cas de pointe

D'après le tableau II.11 (chapitre II) de la consommation horaire de notre agglomération, on constate que la pointe est entre 08h et 12h :

$$Q_{pte} = 1659.19 \text{ m}^3/\text{h} = 460,89 \text{ L/s}$$

$Q_{pte}$  : Débit de Pointe de consommation

#### a. Débit route

Le débit route est estimé de la manière suivante :

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \Sigma Q_{cc} \quad \dots\dots\dots (III.6)$$

Avec :  $\Sigma Q_{cc} = \Sigma Q_{ind} = 350,92 \text{ m}^3/\text{h} = 97,48 \text{ L/s}$

Donc :  $Q_{rte} = Q_{pte} - Q_{ind} = 363,41 \text{ L/s}$

#### b. Débit spécifique

$$q_{sp} = Q_{route} / \Sigma L \quad \dots\dots\dots (III.7)$$

Avec :

$\Sigma L$ : La somme des longueurs des tronçons qui assurent le service en route.

$\Sigma L_i = 50621 \text{ ml}$ .

Application numérique :  $q_{sp} = \frac{363,41}{50621} = 0,00717908 \text{ L/s} \times \text{ml}$

#### c. Calcul du Débit route pour chaque tronçon

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte,i} = q_{sp} \times L_i \quad \dots\dots\dots (III.8)$$

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

$L_i$  : Longueur du tronçon de l'ordre i.

#### d. 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 :

$$Q_{ni} = 0,5 * \Sigma Q_r \quad \dots\dots\dots (III.9)$$

Où :  $Q_{ni}$  : Débit au nœud.

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

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

**Tableau III.3** Calcul des débits nodaux du réseau actuel (cas de pointe).

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$																																																																																																																																																																																																															
J1	T 137	906	0,00717908	6,50	4,25		4,25																																																																																																																																																																																																															
	T 138	277		1,99				J2	T 109	407	2,92	8,31	8,31	T 143	938	6,73	T 74	315	2,26	T 110	655	4,70	J3	T 70	1125	8,08	13,70	13,70	T 143	938	6,73	T 97	1754	12,59	J4	T 49	290	2,08	2,14	2,14	T 129	306	2,20	J5	T 86	15	0,11	0,66	0,66	T 33	154	1,11	T 13	15	0,11	J6	T 13	15	0,11	0,05	0,05	J7	T 116	207	1,49	3,95	3,95	T 115	455	3,27	T 125	438	3,14	J8	T 60	419	3,01	4,00	4,00	T 44	226	1,62	T 113	470	3,37	J9	T 14	20	0,14	1,14	1,14	T 90	100	0,72	T 43	198	1,42	J10	T 30	133	0,95	0,57	0,57	T 15	13	0,09	T 140	13	0,09	J11	T 15	13	0,09	0,05	0,05	J12	T 62	491	3,52	5,18	5,18	T 68	702	5,04	T 93	30	0,22	T 92	220	1,58	J13	T 22	30	0,22	1,12	1,12	T 16	30	0,22	T 92	220	1,58	T 18	33	0,24	J14	T 17	30	0,22	3,17	3,17	T 133	284	2,04	T 132	569	4,08	J15	T17	30	0,22	0,11	0,11	J16	T 18	33	0,24	1,60	1,60	T 61	413	2,96	J17	T 121	437	3,14	2,48	2,48	T 19	34	0,24	T 122	221	1,59	J18	T 25	277	1,99	3,11	3,11	T 42	589	4,23	J19	T 146	540	3,88	2,11	2,11	T 20	47	0,34	J20	T 20	47	0,34	3,86	3,86	T 78	345	2,48	T 77	321	2,30
J2	T 109	407		2,92	8,31		8,31																																																																																																																																																																																																															
	T 143	938		6,73																																																																																																																																																																																																																		
	T 74	315		2,26																																																																																																																																																																																																																		
	T 110	655		4,70																																																																																																																																																																																																																		
J3	T 70	1125		8,08	13,70		13,70																																																																																																																																																																																																															
	T 143	938		6,73																																																																																																																																																																																																																		
	T 97	1754		12,59																																																																																																																																																																																																																		
J4	T 49	290		2,08	2,14		2,14																																																																																																																																																																																																															
	T 129	306		2,20																																																																																																																																																																																																																		
J5	T 86	15		0,11	0,66		0,66																																																																																																																																																																																																															
	T 33	154		1,11																																																																																																																																																																																																																		
	T 13	15		0,11																																																																																																																																																																																																																		
J6	T 13	15		0,11	0,05		0,05																																																																																																																																																																																																															
J7	T 116	207		1,49	3,95		3,95																																																																																																																																																																																																															
	T 115	455		3,27																																																																																																																																																																																																																		
	T 125	438		3,14																																																																																																																																																																																																																		
J8	T 60	419		3,01	4,00		4,00																																																																																																																																																																																																															
	T 44	226		1,62																																																																																																																																																																																																																		
	T 113	470		3,37																																																																																																																																																																																																																		
J9	T 14	20		0,14	1,14		1,14																																																																																																																																																																																																															
	T 90	100		0,72																																																																																																																																																																																																																		
	T 43	198		1,42																																																																																																																																																																																																																		
J10	T 30	133		0,95	0,57		0,57																																																																																																																																																																																																															
	T 15	13		0,09																																																																																																																																																																																																																		
	T 140	13		0,09																																																																																																																																																																																																																		
J11	T 15	13		0,09	0,05		0,05																																																																																																																																																																																																															
J12	T 62	491	3,52	5,18	5,18																																																																																																																																																																																																																	
	T 68	702	5,04																																																																																																																																																																																																																			
	T 93	30	0,22																																																																																																																																																																																																																			
	T 92	220	1,58																																																																																																																																																																																																																			
J13	T 22	30	0,22	1,12	1,12																																																																																																																																																																																																																	
	T 16	30	0,22																																																																																																																																																																																																																			
	T 92	220	1,58																																																																																																																																																																																																																			
	T 18	33	0,24																																																																																																																																																																																																																			
J14	T 17	30	0,22	3,17	3,17																																																																																																																																																																																																																	
	T 133	284	2,04																																																																																																																																																																																																																			
	T 132	569	4,08																																																																																																																																																																																																																			
J15	T17	30	0,22	0,11	0,11																																																																																																																																																																																																																	
J16	T 18	33	0,24	1,60	1,60																																																																																																																																																																																																																	
	T 61	413	2,96																																																																																																																																																																																																																			
J17	T 121	437	3,14	2,48	2,48																																																																																																																																																																																																																	
	T 19	34	0,24																																																																																																																																																																																																																			
	T 122	221	1,59																																																																																																																																																																																																																			
J18	T 25	277	1,99	3,11	3,11																																																																																																																																																																																																																	
	T 42	589	4,23																																																																																																																																																																																																																			
J19	T 146	540	3,88	2,11	2,11																																																																																																																																																																																																																	
	T 20	47	0,34																																																																																																																																																																																																																			
J20	T 20	47	0,34	3,86	3,86																																																																																																																																																																																																																	
	T 78	345	2,48																																																																																																																																																																																																																			
	T 77	321	2,30																																																																																																																																																																																																																			
	T 55	361	2,59																																																																																																																																																																																																																			

**Tableau III.3** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J21	T 104	990	0,0071790	7,11	4,21		4,21
	T 72	42		0,30			
	T 100	142		1,02			
J22	T 130	574		4,12	3,16		3,16
	T 129	306		2,20			
J23	T 124	615		4,42	3,00		3,00
	T 122	221		1,59			
J24	T 145	495		3,55	5,98		5,98
	T 53	341		2,45			
	T 126	831		5,97			
J25	T 123	298		2,14	2,23		2,23
	T 118	166		1,19			
	T 117	157		1,13			
J26	T 58	375		2,69	3,70		3,70
	T 110	655		4,70			
J27	T 123	298		2,14	3,83		3,83
	T 33	154		1,11			
	T 124	615		4,42			
J28	T 82	57		0,41	0,53		0,53
	T 81	91		0,65			
J29	T 82	57		0,41	0,20		0,20
J30	T 27	117		0,84	1,90		1,90
	T 119	255		1,83			
	T 117	157		1,13			
J31	T 116	207		1,49	1,48		1,48
	T 123	87		0,62			
	T 27	117		0,84			
J32	T 118	166		1,19	2,94		2,94
	T 120	215		1,54			
	T 121	437		3,14			
J33	T 113	470		3,37	4,10		4,10
	T 69	673		4,83			
J34	T 49	290		2,08	1,69		1,69
	T 91	80		0,57			
	T 90	100		0,72			
J35	T 68	702		5,04	5,10		5,10
	T 21	17		0,12			
	T 59	702		5,04			
J36	T 61	413		2,96	7,09		7,09
	T 21	17		0,12			
	T 144	1546		11,10			
J37	T 138	277		1,99	2,47		2,47
	T 139	411	2,95				
J38	T 34	183	1,31	2,87	2,87		
	T 114	245	1,76				
	T 56	371	2,66				
J39	T 78	345	2,48	3,24	3,24		
	T 114	245	1,76				
	T 50	314	2,25				
J40	T 1	70	0,50	2,01	2,01		
	T 62	491	3,52				
J41	T 108	563	4,04	3,08	3,08		
	T 26	113	0,81				
	T 147	182	1,31				
J42	T 8	143	1,03	1,24	1,24		
	T 2	77	0,55				
	T 29	125	0,90				
J43	T 2	77	0,55	2,19	2,19		
	T 9	533	3,83				

**Tableau III.3** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J44	T 112	623	0,00717908	4,47	4,18	97,48	4,18
	T 75	77		0,55			
	T 29	125		0,90			
	T 6	340		2,44			
J45	T 142	544		3,91	2,91		2,91
	T 141	84		0,60			
	T 147	182		1,31			
J46	T 3	230		1,65	4,53		4,53
	T 142	544		3,91			
	T 80	488		3,50			
J47	T 23	87		0,62	0,31		0,31
J48	T 135	263		1,89	5,33		5,33
	T 134	829		5,95			
	T 127	394		2,83			
J49	T 40	318		2,28	1,49		1,49
	T 140	13		0,09			
	T 141	84		0,60			
J50	T 139	411		2,95	2,62		2,62
	T 40	318		2,28			
J51	T 96	1113		7,99	6,23		6,23
	T 112	623	4,47				
J 52	T 25	277	1,99	0,99	0,99		
J 53	T 46	306	2,20	2,61	2,61		
	T 26	113	0,81				
	T 98	309	2,22				
J 54	T 51	316	2,27	2,77	97,48	100,25	
	T 115	455	3,27				
J 55	T 109	407	2,92	2,64	2,64		
	T 52	329	2,36				
J56	T 97	1754	12,59	9,52	9,52		
	T 66	589	4,23				
	T 98	309	2,22				
J57	T 65	541	3,88	4,38	4,38		
	T 130	547	3,93				
	T 30	133	0,95				
J 58	T 108	563	4,04	4,95	4,95		
	T 80	488	3,50				
	T 52	329	2,36				
J 59	T 73	148	1,06	0,53	0,53		
J60	T 11	734	5,27	5,34	5,34		
	T 32	167	1,20				
	T 37	588	4,22				
J61	T 57	375	2,69	1,95	1,95		
	T32	167	1,20				
J62	T 63	496	3,56	4,03	4,03		
	T 135	263	1,89				
	T 89	363	2,61				
J63	T 44	226	1,62	2,12	2,12		
	T 35	181	1,30				
	T 34	183	1,31				
J64	T 35	181	1,30	2,93	2,93		
	T 64	635	4,56				
J65	T 50	314	2,25	2,56	2,56		
	T 41	211	1,51				
	T 36	187	1,34				
J66	T 36	187	1,34	3,03	3,03		
	T 53	341	2,45				
	T51	316	2,27				

**Tableau III.3** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J67	T 105	428	0,00717908	3,07	6,27		6,27
	T 106	730		5,24			
	T 37	588		4,22			
J68	T 42	589		4,23	2,11		2,11
J69	T 88	596		4,28	6,31		6,31
	T 132	569		4,08			
	T 43	198		1,42			
	T 127	394		2,83			
J70	T 45	228		1,64	2,86		2,86
	T 3	230		1,65			
	T 6	340		2,44			
J71	T 111	404		2,90	3,40		3,40
	T 45	228		1,64			
	T 74	315		2,26			
J72	T 9	533		3,83	7,02		7,02
	T 4	235		1,69			
	T 136	282		2,02			
	T 137	906		6,50			
J73	T 87	135		0,97	3,27		3,27
	T 4	235		1,69			
	T 65	541		3,88			
J74	T 46	306		2,20	3,80		3,80
	T 57	375		2,69			
	T 107	377		2,71			
J75	T 106	730		5,24	3,52		3,52
	T 99	252		1,81			
J76	T 126	831		5,97	5,61		5,61
	T 125	438		3,14			
	T 85	295	2,12				
J79	T 55	361	2,59	1,40	1,40		
	T 79	11	0,08				
	T 12	17	0,12				
J80	T 134	829	5,95	4,02	4,02		
	T 133	284	2,04				
	T 84	7	0,05				
J81	T 76	125	0,90	4,50	4,50		
	T 146	540	3,88				
	T 5	590	4,24				
J82	T 5	590	4,24	2,63	2,63		
	T 8	143	1,03				
J83	T 64	635	4,56	2,77	2,77		
	T 28	138	0,99				
J84	T 66	589	4,23	5,00	5,00		
	T 107	377	2,71				
	T 105	428	3,07				
J85	T 58	375	2,69	3,07	3,07		
	T 75	77	0,55				
	T 111	404	2,90				
J86	T 59	702	5,04	8,90	8,90		
	T 96	1113	7,99				
	T 67	664	4,77				
J87	T 60	419	3,01	1,50	1,50		
J88	T 101	796	5,71	2,86	2,86		
J89	T 31	139	1,00	4,71	4,71		
	T 71	1172	8,41				

**Tableau III.3** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite et fin)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sn}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J90	T 63	496	0,00717908	3,56	2,85	97,48	2,85
	T 12	17		0,12			
	T 136	282		2,02			
J91	T 67	664		4,77	6,42		
	T 70	1125		8,08			
J92	T 10	808		-	-		
J93	T 11	734		5,27	6,19		
	T 104	990		7,11			
J94	T 103	235		1,69	2,63		
	T 54	498		3,58			
J95	T 39	503		3,61	5,17		
	T 101	796		5,71			
	T 100	142		1,02			
J96	T 48	315		2,26	5,36		
	T 145	495		3,55			
	T 69	673		4,83			
	T 79	11		0,08			
J97	T 131	206		1,48	1,49		
	T 47	210		1,51			
J98	T 54	498		3,58	1,79		
J99	T 24	102		0,73	0,37		
J100	T 56	371		2,66	2,58		
	T 28	138		0,99			
	T 41	211		1,51			
J101	T 77	321		2,30	2,78		
	T 31	139	1,00				
	T 48	315	2,26				
J102	T 103	235	1,69	1,61			
	T 102	213	1,53				
J103	T 47	210	1,51	3,14			
	T 128	664	4,77				
J104	T 119	255	1,83	2,36			
	T 120	215	1,54				
	T 38	187	1,34				
J105	T 38	187	1,34	0,67			
J106	T 102	213	1,53	2,57			
	T 39	503	3,61				
J107	T 81	91	0,65	4,53			
	T 71	1172	8,41				
J108	T 99	252	1,81	1,73			
	T 73	148	1,06				
	T 94	20	0,14				
	T 95	20	0,14				
	T 72	42	0,30				
J109	T 144	1546	11,10	6,00			
	T 76	125	0,90				
J110	T 85	295	2,12	1,14			
	T 86	15	0,11				
	T 84	7	0,05				
J111	T 87	135	0,97	6,31			
	T 128	664	4,77				
	T 88	596	4,28				
	T 89	363	2,61				
J112	T 91	80	0,57	1,03			
	T 131	206	1,48				

### 2.2.2 Calcul des débits donnés par chaque réservoir (cas de pointe)

#### 1. Le débit donné par le réservoir R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>

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

$$\sum Q_{ni} = 556.96 \text{ l/s}$$

Le volume total des 7 réservoirs est égal 34000 m<sup>3</sup>, et le volume du réservoir (R<sub>1</sub>) égal 10000m<sup>3</sup>

Nous déduisons que les débits Q<sub>R2</sub> et Q<sub>R1</sub> qui seront égal :

$$Q_{R2} = Q_{R1} = (10000 \cdot 556.96) / 34000 = 163.81 \text{ l/s} \quad \text{Donc:} \quad Q_{R2} = Q_{R1} = 163.81 \text{ l/s.}$$

#### 2. Le débit donné par les réservoirs R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>

De la même façon on calcul le débit donné par les réservoirs R<sub>2</sub> et R<sub>1</sub> :

$$Q_R = Q_{R3} + Q_{R4} = (2 \cdot 4000 \cdot 556.96) / 34000 = 131.05 \text{ l/s}$$

#### 3. Le débit donné par les réservoirs R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>

$$Q_{R'} = Q_{R5} + Q_{R6} = (2 \cdot 2000 \cdot 556.96) / 34000 = 65.52 \text{ l/s}$$

#### 4. Le débit donné par le réservoir R<sub>7</sub>

$$Q_{R7} = (2000 \cdot 556.96) / 34000 = 32.76 \text{ l/s}$$

### 2.2.3 Cas de pointe + Incendie

Pour ce cas, nous avons considéré que l'incendie aura lieu au nœud J92.

### 2.2.4 Calcul des débits donnés par chaque réservoir pour le cas de Pointe + Incendie

Pour notre calcul nous avons considéré que le débit d'incendie est donné par les deux réservoirs R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> :

Donc:

$$Q_{R2} = Q_{R1} = 163.81 \text{ l/s}$$

$$Q_R = Q_{R3} + Q_{R4} = 131.05 \text{ l/s}$$

$$Q_{R'} = Q_{R5} + Q_{R6} = 82.52 \text{ l/s}$$

$$Q_{R7} = 32.76 \text{ l/s}$$

Les tableaux suivants donnent le calcul des débits de chaque tronçon (cas de pointe + incendie):

**Tableau III.4** Calcul des débits nodaux du réseau actuel (cas de pointe+incendie).

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.m)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J1	T 137	906	0,00717908	6,50	4,25		4,25
	T 138	277		1,99			
J2	T 109	407		2,92	8,31		8,31
	T 143	938		6,73			
	T 74	315		2,26			
	T 110	655		4,70			
J3	T 70	1125		8,08	13,70		13,70
	T 143	938		6,73			
	T 97	1754		12,59			
J4	T 49	290		2,08	2,14		2,14
	T 129	306		2,20			
J5	T 86	15		0,11	0,66		0,66
	T 33	154		1,11			
	T 13	15		0,11			
J6	T 13	15		0,11	0,05		0,05
J7	T 116	207		1,49	3,95		3,95
	T 115	455		3,27			
	T 125	438		3,14			
J8	T 60	419		3,01	4,00		4,00
	T 44	226		1,62			
	T 113	470		3,37			
J9	T 14	20		0,14	1,14		1,14
	T 90	100		0,72			
	T 43	198		1,42			
J10	T 30	133		0,95	0,57		0,57
	T 15	13		0,09			
	T 140	13		0,09			
J11	T 15	13		0,09	0,05		0,05
J12	T 62	491		3,52	5,18		5,18
	T 68	702		5,04			
	T 93	30		0,22			
	T 92	220		1,58			
J13	T 22	30		0,22	1,12		1,12
	T 16	30	0,22				
	T 92	220	1,58				
	T 18	33	0,24				
J14	T 17	30	0,22	3,17	3,17		
	T 133	284	2,04				
	T 132	569	4,08				
J15	T17	30	0,22	0,11	0,11		
J16	T 18	33	0,24	1,60	1,60		
	T 61	413	2,96				
J17	T 121	437	3,14	2,48	2,48		
	T 19	34	0,24				
	T 122	221	1,59				
J18	T 25	277	1,99	3,11	3,11		
	T 42	589	4,23				
J19	T 146	540	3,88	2,11	2,11		
	T 20	47	0,34				
J20	T 20	47	0,34	3,86	3,86		
	T 78	345	2,48				
	T 77	321	2,30				
	T 55	361	2,59				

**Tableau III.4** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J21	T 104	990	0,0071790	7,11	4,21		4,21
	T 72	42		0,30			
	T 100	142		1,02			
J22	T 130	574		4,12	3,16		3,16
	T 129	306		2,20			
J23	T 124	615		4,42	3,00		3,00
	T 122	221		1,59			
J24	T 145	495		3,55	5,98		5,98
	T 53	341		2,45			
	T 126	831		5,97			
J25	T 123	298		2,14	2,23		2,23
	T 118	166		1,19			
	T 117	157		1,13			
J26	T 58	375		2,69	3,70		3,70
	T 110	655		4,70			
J27	T 123	298		2,14	3,83		3,83
	T 33	154		1,11			
	T 124	615		4,42			
J28	T 82	57		0,41	0,53		0,53
	T 81	91		0,65			
J29	T 82	57		0,41	0,20		0,20
J30	T 27	117		0,84	1,90		1,90
	T 119	255		1,83			
	T 117	157		1,13			
J31	T 116	207		1,49	1,48		1,48
	T 123	87		0,62			
	T 27	117		0,84			
J32	T 118	166		1,19	2,94		2,94
	T 120	215		1,54			
	T 121	437		3,14			
J33	T 113	470		3,37	4,10		4,10
	T 69	673		4,83			
J34	T 49	290		2,08	1,69		1,69
	T 91	80		0,57			
	T 90	100		0,72			
J35	T 68	702		5,04	5,10		5,10
	T 21	17		0,12			
	T 59	702		5,04			
J36	T 61	413		2,96	7,09		7,09
	T 21	17		0,12			
	T 144	1546		11,10			
J37	T 138	277		1,99	2,47		2,47
	T 139	411	2,95				
J38	T 34	183	1,31	2,87	2,87		
	T 114	245	1,76				
	T 56	371	2,66				
J39	T 78	345	2,48	3,24	3,24		
	T 114	245	1,76				
	T 50	314	2,25				
J40	T 1	70	0,50	2,01	2,01		
	T 62	491	3,52				
J41	T 108	563	4,04	3,08	3,08		
	T 26	113	0,81				
	T 147	182	1,31				
J42	T 8	143	1,03	1,24	1,24		
	T 2	77	0,55				
	T 29	125	0,90				
J43	T 2	77	0,55	2,19	2,19		
	T 9	533	3,83				

**Tableau III.4** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J44	T 112	623	0,00717908	4,47	4,18	97,48	4,18
	T 75	77		0,55			
	T 29	125		0,90			
	T 6	340		2,44			
J45	T 142	544		3,91	2,91		2,91
	T 141	84		0,60			
	T 147	182		1,31			
J46	T 3	230		1,65	4,53		4,53
	T 142	544		3,91			
	T 80	488		3,50			
J47	T 23	87		0,62	0,31		0,31
J48	T 135	263		1,89	5,33		5,33
	T 134	829		5,95			
	T 127	394		2,83			
J49	T 40	318		2,28	1,49		1,49
	T 140	13		0,09			
	T 141	84		0,60			
J50	T 139	411		2,95	2,62		2,62
	T 40	318		2,28			
J51	T 96	1113		7,99	6,23		6,23
	T 112	623	4,47				
J 52	T 25	277	1,99	0,99	0,99		
J 53	T 46	306	2,20	2,61	2,61		
	T 26	113	0,81				
	T 98	309	2,22				
J 54	T 51	316	2,27	2,77	97,48	100,25	
	T 115	455	3,27				
J 55	T 109	407	2,92	2,64	2,64		
	T 52	329	2,36				
J56	T 97	1754	12,59	9,52	9,52		
	T 66	589	4,23				
	T 98	309	2,22				
J57	T 65	541	3,88	4,38	4,38		
	T 130	547	3,93				
	T 30	133	0,95				
J 58	T 108	563	4,04	4,95	4,95		
	T 80	488	3,50				
	T 52	329	2,36				
J 59	T 73	148	1,06	0,53	0,53		
J60	T 11	734	5,27	5,34	5,34		
	T 32	167	1,20				
	T 37	588	4,22				
J61	T 57	375	2,69	1,95	1,95		
	T32	167	1,20				
J62	T 63	496	3,56	4,03	4,03		
	T 135	263	1,89				
	T 89	363	2,61				
J63	T 44	226	1,62	2,12	2,12		
	T 35	181	1,30				
	T 34	183	1,31				
J64	T 35	181	1,30	2,93	2,93		
	T 64	635	4,56				
J65	T 50	314	2,25	2,56	2,56		
	T 41	211	1,51				
	T 36	187	1,34				
J66	T 36	187	1,34	3,03	3,03		
	T 53	341	2,45				
	T51	316	2,27				

**Tableau III.4** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J67	T 105	428	0,00717908	3,07	6,27		6,27
	T 106	730		5,24			
	T 37	588		4,22			
J68	T 42	589		4,23	2,11		2,11
J69	T 88	596		4,28	6,31		6,31
	T 132	569		4,08			
	T 43	198		1,42			
	T 127	394		2,83			
J70	T 45	228		1,64	2,86		2,86
	T 3	230		1,65			
	T 6	340		2,44			
J71	T 111	404		2,90	3,40		3,40
	T 45	228		1,64			
	T 74	315		2,26			
J72	T 9	533		3,83	7,02		7,02
	T 4	235		1,69			
	T 136	282		2,02			
	T 137	906		6,50			
J73	T 87	135		0,97	3,27		3,27
	T 4	235		1,69			
	T 65	541		3,88			
J74	T 46	306		2,20	3,80		3,80
	T 57	375		2,69			
	T 107	377		2,71			
J75	T 106	730		5,24	3,52		3,52
	T 99	252		1,81			
J76	T 126	831		5,97	5,61		5,61
	T 125	438		3,14			
	T 85	295	2,12				
J79	T 55	361	2,59	1,40	1,40		
	T 79	11	0,08				
	T 12	17	0,12				
J80	T 134	829	5,95	4,02	4,02		
	T 133	284	2,04				
	T 84	7	0,05				
J81	T 76	125	0,90	4,50	4,50		
	T 146	540	3,88				
	T 5	590	4,24				
J82	T 5	590	4,24	2,63	2,63		
	T 8	143	1,03				
J83	T 64	635	4,56	2,77	2,77		
	T 28	138	0,99				
J84	T 66	589	4,23	5,00	5,00		
	T 107	377	2,71				
	T 105	428	3,07				
J85	T 58	375	2,69	3,07	3,07		
	T 75	77	0,55				
	T 111	404	2,90				
J86	T 59	702	5,04	8,90	8,90		
	T 96	1113	7,99				
	T 67	664	4,77				
J87	T 60	419	3,01	1,50	1,50		
J88	T 101	796	5,71	2,86	2,86		
J89	T 31	139	1,00	4,71	4,71		
	T 71	1172	8,41				

**Tableau III.4** Calcul des débits nodaux du réseau actuel. (Suite et fin)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sn}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$	
J90	T 63	496	0,00717908	3,56	2,85	114,48	2,85	
	T 12	17		0,12				
	T 136	282		2,02				
J91	T 67	664		4,77	6,42		6,42	
	T 70	1125		8,08				
J92	T 10	808		-	-		114,48	114,48
J93	T 11	734		5,27	6,19		6,19	
	T 104	990		7,11				
J94	T 103	235		1,69	2,63		2,63	
	T 54	498		3,58				
J95	T 39	503		3,61	5,17		5,17	
	T 101	796		5,71				
	T 100	142		1,02				
J96	T 48	315		2,26	5,36		5,36	
	T 145	495		3,55				
	T 69	673		4,83				
J97	T 79	11		0,08	1,49		1,49	
	T 131	206		1,48				
J98	T 47	210		1,51	1,79		1,79	
	T 54	498		3,58				
J99	T 24	102		0,73	0,37		0,37	
J100	T 56	371		2,66	2,58		2,58	
	T 28	138		0,99				
	T 41	211		1,51				
J101	T 77	321		2,30	2,78		2,78	
	T 31	139		1,00				
	T 48	315		2,26				
J102	T 103	235		1,69	1,61		1,61	
	T 102	213		1,53				
J103	T 47	210		1,51	3,14		3,14	
	T 128	664	4,77					
J104	T 119	255	1,83	2,36	2,36			
	T 120	215	1,54					
	T 38	187	1,34					
J105	T 38	187	1,34	0,67	0,67			
J106	T 102	213	1,53	2,57	2,57			
	T 39	503	3,61					
J107	T 81	91	0,65	4,53	4,53			
	T 71	1172	8,41					
J108	T 99	252	1,81	1,73	1,73			
	T 73	148	1,06					
	T 94	20	0,14					
	T 95	20	0,14					
	T 72	42	0,30					
J109	T 144	1546	11,10	6,00	6,00			
	T 76	125	0,90					
J110	T 85	295	2,12	1,14	1,14			
	T 86	15	0,11					
	T 84	7	0,05					
J111	T 87	135	0,97	6,31	6,31			
	T 128	664	4,77					
	T 88	596	4,28					
J112	T 89	363	2,61	1,03	1,03			
	T 91	80	0,57					
	T 131	206	1,48					

### **III.3 Résultat de la simulation**

Voir les figures et les tableaux représentés dans les annexes (Annexe III.1, III.2, III.3, III.4, III.5, III.6) les pour deux cas : Cas de pointe et Cas de pointe + incendie.

### **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 20 à 50 m.c.e, et la vitesse d'écoulement entre 0,5 et 1,5 m/s.

On a enregistré des pressions négatives au niveau de quelques nœuds de réseau et des vitesses faibles dans la plupart des tronçons.

## CHAPITRE IV

### ANOMALIES ET RECOMMANDATIONS



## CHAPITRE IV : ANOMALIES ET RECOMMANDATIONS

### Introduction

Le réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération pose de nombreux problèmes de point de vue hydraulique, dues aux accroissements démographiques, et au mode d'exploitation du système d'alimentation en eau et le surdimensionnement ou le sous dimensionnement de réseau de distribution

Dans cette partie, on va proposer des remèdes pour améliorer son fonctionnement. Nous allons dire comment aménager, renouveler et même donné des recommandations pour le bon fonctionnement de ce réseau.

### IV.1. Analyse actuel du réseau

Le réseau de distribution en eau potable de notre ville pose beaucoup de problèmes hydrauliques à l'heure de pointe, surtout dans la partie Nord-ouest, Est et au centre de la ville due aux accroissements démographiques, et au sous dimensionnement du réseau et son mode d'exploitation.

### IV.2 Interprétation des résultats de calcul pour 2012

La simulation de comportement du réseau de distribution de la ville de Bordj Bou Arréridj pour la situation actuelle présente quelques insuffisances empêchant le bon fonctionnement du notre réseau d'alimentation en eau potable.

D'après les résultats de la simulation, on fait le constat suivant :

- Les pressions obtenues au niveau de la partie Nord-Ouest sont défavorables (Inferieur à 20 m.c.e), à savoir la cité 5 juillet, 750, 200,1044 et 473 logements et nous avons constaté même des dépressions à quelques nœuds du réseau.
- Les pressions obtenues au niveau de centre de la ville sont défavorables et (supérieure à 50 m.c.e), à savoir la cité ESSAADA, KAHINA, des MARTYMRS et logement LAMRI HANACHI.
- Les pressions obtenues au niveau de la partie Est de la ville sont défavorables et (supérieure à 50 m.c.e), à savoir la cité MEHSSAS, 300 et 500 logements et nous avons constate même des surpressions à quelques nœuds du réseau.
- Des vitesses faibles ont été enregistre au niveau de quelques tronçons de réseau (inférieur à 0.5m/s), sachant que la fourchette des vitesses admissibles est (0,5-1,5 m/s).
- Nous avons des vitesses importantes qui dépassent les 3 m/s.

**IV.3 Présentation des détails des anomalies dans le réseau**

**IV.3.1 Présentation des tronçons dont les vitesses sont inférieures et supérieures à la normale**

Les tronçons dont les vitesses sont inférieures à la normale seront les suivants :

**Tableau IV.1** Tronçons dont la vitesse inférieure à la normale.

Tronçon	Du nœud	Au nœud	Vitesse (m/s)	Tronçon	Du nœud	Au nœud	Vitesse (m/s)
T22	J31	J47	0,02	T119	J17	J32	0,23
T44	J70	J71	0,02	T79	J58	J46	0,24
T72	J108	J59	0,02	T63	J64	J83	0,26
T81	J28	J29	0,02	T120	J17	J23	0,26
T23	J51	J99	0,03	T102	J93	J21	0,27
T43	J63	J8	0,03	T8	J82	J42	0,28
T71	J21	J108	0,04	T5	J81	J82	0,3
T84	J110	J76	0,04	T90	J34	J112	0,3
T99	J95	J88	0,04	T136	J1	J37	0,31
T59	J8	J87	0,05	T30	J101	J89	0,32
T100	J106	J102	0,05	T133	J48	J62	0,34
T24	J52	J18	0,06	T19	J17	J18	0,35
T27	J100	J83	0,06	T57	J26	J85	0,37
T101	J102	J94	0,06	T107	J2	J55	0,37
T105	J74	J84	0,06	T141	J2	J3	0,4
T38	J95	J106	0,07	T109	J85	J71	0,41
T80	J28	J107	0,08	T36	J60	J67	0,42
T98	J21	J95	0,08	T34	J63	J64	0,43
T37	J104	J105	0,09	T122	J27	J23	0,43
T53	J98	J94	0,1	T134	J90	J72	0,46
T73	J2	J71	0,1	T116	J25	J32	0,47
T41	J18	J68	0,12	T89	J34	J9	0,48
T68	J33	J96	0,13				
T40	J65	J100	0,16				
T108	J26	J2	0,16				
T111	J8	J33	0,16				
T70	J89	J107	0,17				
T118	J32	J104	0,17				
T137	J37	J50	0,17				
T106	J58	J41	0,18				
T135	J72	J1	0,18				
T39	J50	J49	0,21				
T51	J55	J58	0,22				
T117	J30	J104	0,22				

Ces vitesses faibles favorisent la formation du tartre. Le tartre dans les conduites d'alimentation en eau potable provoque avec le temps la diminution de la section d'écoulement d'eau dans la conduite d'une manière considérable ; dont une augmentation des pertes de charge et par conséquent une diminution des pressions dans le réseau.

**Tableau IV.2** Tronçons dont les vitesses supérieures à la normale.

<b>Tronçon</b>	<b>Du nœud</b>	<b>Au nœud</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>
T65	J84	J56	1,6
T49	J39	J65	1,63
T35	J65	J66	1,68
T47	J96	J101	1,75
T66	J86	J91	1,96
T87	J111	J69	1,98
T77	J20	J39	2,08
T4	J72	J73	2,12
P-156	J75	J108	2,16
T104	J67	J75	2,18
T67	J12	J35	2,24
T103	J84	J67	2,25
P-155	J35	J36	2,37
T86	J73	J111	2,44
T50	J66	J54	2,46
T82	J77	J78	3,1
T16	J13	R-2	3,16
T21	R-1	J13	3,16
T14	T-1	J9	3,26
P-154	J12	J13	5,49
T91	J12	R-3	6,15
T1	R-4	J40	7,43
T61	J40	J12	7,43
T78	J96	J79	11,39

Ces vitesses illustres dans le tableau IV.2 sont provoquées dans la majorité des cas au niveau des conduites les plus proches des réservoirs. Elles risquent de favoriser les fuites et les coups de bélier, et de créer les cavitations et les bruits.

### IV.3.2 Présentation des nœuds dont les pressions sont faibles et élevés

**Tableau IV.3** Nœuds dont les pressions inférieures à la normale.

Nœud	Pression (m.c.e)
J59	1,4
J75	2,5
J108	2,8
J21	3,9
J40	4,6
J95	6,7
J13	9,8
J12	10,6
J16	10,7
J106	10,8
J3	15,9
J93	16,5
J88	16,7
J56	16,8

**Tableau IV.4** Nœuds dont les pressions supérieures à la normale.

Nœud	Pression (m.c.e)
J42	50,8
J44	51,2
J29	51,7
J82	51,7
J85	52,5
J36	57,2
J87	59,9
J81	61,5
J109	61,6

### Constat

On a constaté des pressions relativement faibles à la partie nord-ouest de la ville, ainsi que des dépressions au niveau de cette partie à savoir la cité 5 juillet, 750, 200,1044 et 473 logements. Ces pressions sont insuffisantes pour répondre aux besoins des abonnés, et la présence des dépressions favorise l'infiltration des eaux parasites (pollution) dans la conduite, s'il existe des fuites et des joints mal façonnés.

De plus les conduites aplatissent et ce brise vue la répétition de la mise en dépression. C'est le phénomène de la fatigue des conduites.

On a constate aussi des pressions élevés au niveaux de centre et Est de la ville, ainsi que des surpressions à savoir la cite ESSAADA, KAHINA, des MARTYRS, MEHSSAS, 300,500 et LAMRI HANACHI logements. Ces surpressions peuvent faire des fuites au niveaux de joints

#### IV.4 Travaux sur le réseau de distribution

Afin d'améliorer la desserte en eau des abonnés, et remédier aux problèmes rencontrés dans le réseau pendant l'heure de pointe à l'état actuel et à l'horizon d'étude, on a proposé quelques solutions et nous préconisons les travaux suivants :

##### a. Partie Nord-Ouest de la ville

On constate des faibles pressions au niveau de quelques nœuds de la région, cela à cause de la conduite (T 99) relie le nœud (J75) au nœud (J108), elle remplit les deux réservoirs (R5, R6) et les conduites (T 21), (T 92) reliaient respectivement les nœuds (J35) au nœud (J36), (J12) au (J13) elles remplissent les deux réservoirs (R1, R2) pendant l'heure de pointe.

##### b. Partie Centre et Est de la ville

On procède au renouvellement de tous les tronçons de cette partie

##### Remarque

En plus des insuffisances du point de vue hydraulique, différentes anomalies ont été évoquées par les gestionnaires de réseaux sur le terrain, à savoir :

- a) Dégradation de la qualité de l'eau par le réseau.
- b) Accroissement de nombre de fuites enregistrées.
- c) Évolution de la demande.
- d) Plaintes des abonnés pour insuffisance de pression ou mauvaise qualité de l'eau.
- e) Dégradation visible des conduites.

Alors, après l'analyse actuelle du réseau et le constat après la simulation, on a constaté que 46% du réseau doit être renouvelé.

#### IV.5 Concernant les ressources

Pour renforcer le débit afin de satisfaire les besoins en eau pour l'horizon d'études, et d'après les services d'Algérienne des eaux (ADE) de Bordj Bou Arreridj, on propose de renforcer l'adduction d'AIN ZADA - Réservoir 1000 m<sup>3</sup> DRAA EL ADJROUD avec une capacité de production de 450 l/s.

##### IV.5.1 Concernant les forages

Pour le cas de nos forages nous formulons les recommandations suivantes :

##### a. Forage CHANIA

- La dépose de toutes les installations et les équipements spéciaux existants, le dessablage du forage ainsi que la réinstallation des équipements.
- Installation au niveau de la chambre du forage des conducteurs électriques de 2,5 mm logés dans gaine, une lampe avec douille à vis, interrupteur prises forcées et tableau général.
- Installation d'un extincteur à poudre.
- Faire l'entretien des autres équipements qui sont en bon état pour augmenter leurs durées de vie).

**b. Forage de MOUGUERIANE**

- Changer la vanne DN 80 à savoir celle de la conduite de refoulement vers Le réservoir 400 m<sup>3</sup> de Mougueriane.
- Prévoir une sonde pour mesurer le niveau d'eau dans le forage.
- Installation d'un extincteur à poudre.
- Installation d'équipements pour javellisation.

**c. Captage de LACHBOURG**

- installation d'une échelle inoxydable.

**IV.6 Concernant les ouvrages de stockage**

A cause des faibles pressions au niveau de Nord-Ouest de la ville, on propose d'implanter un réservoir à côté de la région d'AUIN AZRIGA avec une cote de 1042,29m. On propose aussi une station de pompage à côté de réservoir 1000m<sup>3</sup> de DHRAA EL ADJROUD qui alimente ce réservoir. Le tableau suivant représente la détermination de la capacité de stockage de réservoir d'AUIN AZRIGA.

**Tableau IV.5** Détermination de la capacité du stockage réservoir d'AUIN AZRIGA.

Heures	Consomat. horaire (%)	Refoulement de l'eau (%)	Arrivée Stockage	Départ Distribution	Capacité horaire du reservoir (%)
0 à 1	03	0		-3	8,3
1 à 2	3.2	0		-3,2	5,1
2 à 3	2.5	0		-2,5	2,6
3 à 4	2.6	0		-2,6	0
4 à 5	3.5	5	1,5		1,5
5 à 6	4.1	5	0,9		2,4
6 à 7	4.5	5	0,5		2,9
7 à 8	4.9	5	0,1		3
8 à 9	4.9	5	0,1		3,1
9 à 10	5.6	5		-0,6	2,5
10 à 11	4.8	5	0,2		2,7
11 à 12	4.7	5	0,3		3
12 à 13	4.4	5	0,6		3,6
13 à 14	4.1	5	0,9		4,5
14 à 15	4.2	5	0,8		5,3
15 à 16	4.4	5	0,6		5,9
16 à 17	4.3	5	0,7		6,6
17 à 18	4.1	5	0,9		7,5
18 à 19	4.5	5	0,5		8
19 à 20	4.5	5	0,5		8,5
20 à 21	4.5	5	0,5		9
21 à 22	4.8	5	0,2		9,2
22 à 23	4.6	5	0,4		9,6
23 à 24	3.3	5	1,7		11,3
	100	100			

Le débit de consommation de la partie Nord-Ouest à l'horizon 2040 est estimé de 26267,05 m<sup>3</sup>/J  
Alors le volume total du réservoir serait le suivant :

$$V_t = V_u + V_{inc}, \text{ avec le volume d'incendie est de } 120 \text{ m}^3.$$

$$\text{AN. } V_u = \frac{11,3 \times 26267,05}{100} = 2968,18 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2968 + 120 = 3088 \text{ m}^3$$

Après la normalisation du volume totale du réservoir, on a trouvé que la capacité de stockage de réservoir d'AUIN AZRIGA est de **3000 m<sup>3</sup>** d'une côte 1042,29m. La Figure IV.1 représente le schéma d'adduction de la station de pompage vers le réservoir 3000m<sup>3</sup> d'AUIN AZRIGA.

- **Choix de débit**

- a- **Estimation des besoins de la partie Nord-Ouest**

Le tableau suivant donne la consommation moyenne journalière

**Tableau IV.6** la consommation moyenne journalière.

Horizon	Nbre d'habitant	Dotation (l/j/hab)	Cons.domestique (m <sup>3</sup> /j)
<b>2012(actuel)</b>	40585	200	8117
<b>2040</b>	66331	300	19899,28

- b- **Évaluation des besoins domestiques et équipements publics**

**Tableau IV.7** Évaluation des besoins domestiques, équipements publics en m<sup>3</sup>/j.

horizon	domestique	Administration (5%)	Commerce (5%)	total
<b>2012(actuel)</b>	8117	405,85	405,85	8928,70
<b>2040</b>	19899,28	994,96	994,96	21889,21

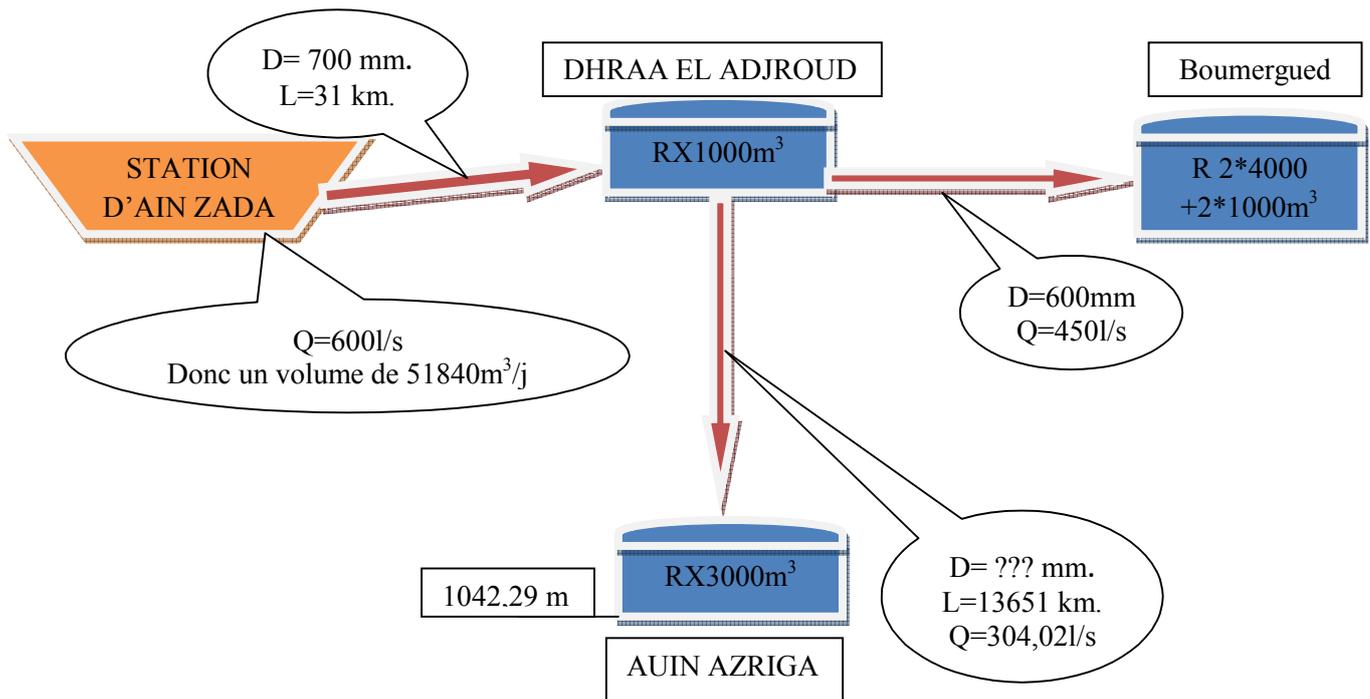
Après on Calcul des débits maxima et des débits minima journaliers

**Tableau IV.8** Évaluation des débits maxima et débits minima journaliers.

horizon	Q <sub>movj</sub> (m <sup>3</sup> /j)	K <sub>min j</sub>	Q <sub>min j</sub> (m <sup>3</sup> /j)	K <sub>max j</sub>	Q <sub>max j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
<b>2012(actuel)</b>	8928,70	0,9	8035,83	1,2	10714,44
<b>2040</b>	21889,21	0,9	19700,29	1,2	26267,05

Le volume maximum a mobilisé à l'horizon 2040 pour satisfaire la partie Nord-Ouest est estimé à 26267,05m<sup>3</sup>/j.

Donc un débit de **304,02 l/s**.



**Figure IV.1** Schéma d'adduction de réservoir  $3000\text{m}^3$  d'AUIN AZRIGA.

Pour les ouvrages de stockage, nous proposons :

**a- Réservoirs de  $2X10000\text{m}^3$  et  $2X4000\text{m}^3$  de BOUMERGUED**

- La construction d'une clôture en maçonnerie, afin d'éviter toutes pénétrations étrangères au réservoir.
- Les accès au réservoir sont impraticables, nous proposons l'aménagement d'une voie carrossable.
- La chambre des manœuvres n'est pas dotée d'un évacuateur d'eau bien entretenu.
- Installation d'échelles pour accès à la trappe de visite.

**b- Réservoirs de  $2X2000\text{m}^3$  de MEDJANA**

- Nous proposons la construction d'une clôture en maçonnerie.
- Installation d'échelle pour accéder aux trappes de visite.
- Changer le débitmètre endommagé par un nouvel débitmètre.
- La chambre des manœuvres commune submergée dépourvue de l'évacuateur des eaux, et d'équipements de javellisation.

**c- Réservoir surélevé 2000 m<sup>3</sup>**

- Protéger à l'aide d'un mortier de ciment, dosage de 400 kg/m<sup>3</sup> les parois verticales intérieures et extérieures du château d'eau.
- Refaire la peinture extérieure du château d'eau.
- Aménagement d'une clôture en maçonnerie pour éviter toutes pénétrations étrangères aux ouvrages.
- réhabilitation du regard commun des vannes remblayé.

**IV.7 Concernant les stations de pompage**

Les stations objet de notre étude sont : la station de pompage d'AIN ZADA, station de pompage de MOUGURAINNE.

**a. Station de pompage d'AIN ZADA**

- Installation d'un extincteur à poudre.
- Installation des appareillages modernes (débitmètre, anti-bélier,...).

**b. station de pompage de MOUGURAINNE**

- Installation d'un extincteur à poudre.
- Installer des crépines pour les conduites d'aspiration.

**Conclusion**

Dans cette partie, on a donné les différentes propositions d'aménagement pour notre projet, celles du réseau de distribution, ouvrages de stockage, adductions et les stations de pompes objet de notre prochain chapitre.

**CHAPITRE V**  
**ADDITION ET POMPAGE**



## CHAPITRE V : ADDUCTION ET POMPAGE

### Introduction

Le transport est nécessaire entre le point de captage et le point d'utilisation, dans la pratique ces points sont relativement éloignés l'un de l'autre, quelquefois ils peuvent se trouver à des distances considérables.

Du point de vue technique, on est conduit à séparer les ouvrages d'adduction et ceux de distribution.

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 Types d'adduction

Selon leurs fonctionnements hydrauliques les adductions sont classées en trois parties :

- Adduction gravitaire.
- Adduction par refoulement.
- Adduction mixte.

### V.2 Choix du tracé [2]

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, et des vidanges aux points bas pour le vidange en cas de panne.
- 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 à raison de :

- Afin d'éviter les réclamations des propriétaires des terrains (la majorité des terrains sont privés).
- La majorité du linéaire des conduites de l'ancien tracé est suivant les routes communales existantes.

### V.3 Choix du matériau

Actuellement sur le marché, nous disposons de différents types de conduites, que nous pouvons classer en fonction des matériaux constitutants, on distingue :

- Conduites en Acier.
- Conduites en fonte ductile.
- Conduites en thermoplastiques.

Le choix d'un matériau s'avère difficile à prendre, pour ce la il devra se faire en fonction de plusieurs critères dont :

- ✓ Faisabilité technique.
- ✓ Faisabilité économique.

- ✓ Faisabilité d'approvisionnement.

Le choix du matériau qui devra être utilisé pour la réalisation du transfère et de la distribution, est l'objet de l'analyse suivante

Dans notre projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD 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.
- Permet de faibles rayons de courbures aux réseaux.
- 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.4 Schéma hydraulique

La variante qu'on propose pour le schéma hydraulique de notre adduction est :

- le réservoir 1000m<sup>3</sup> est alimenté à partir de station de traitement d'AIN ZADA, cette adduction est existante.
- les deux réservoirs 4000m<sup>3</sup> est alimenté à partir des réservoirs 1000m<sup>3</sup> et 400m<sup>3</sup> de Bordj Ghadir.
- dans ce chapitre on veut dimensionner l'adduction qui est entre la nouvelle station de pompage de DHRAA EL ADJROUD et le réservoir projeté de 5000 m<sup>3</sup> sur une longueur de 13651 m.

#### V.5 Dimensionnement de l'adduction

##### V.5.1 Méthode de calcul [3]

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 m<sup>3</sup>/s.

A partir de ces deux diamètres déterminés, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

❖ **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 (m<sup>3</sup>/s).
- La rugosité absolue Ks exprimée en mm.
- La longueur du tronçon L en (m).

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

λ : Coefficient de frottement.

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

ΔH<sub>l</sub>: Pertes de charge linéaires en (m).

I: Gradient hydraulique en (m/m).

Le coefficient λ est obtenu par la formule de Nikuradzé :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 Ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \dots\dots\dots (V.4)$$

ε : 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 (ΔH<sub>t</sub>)**

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

$$\Delta H_t = \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,10 * \Delta H_l \Rightarrow \Delta H_t = 1,10 * \Delta H_l \dots\dots\dots(V.6)$$

### ❖ 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.

$\Delta H_a$ : Pertes de charge à l'aspiration.

$\Delta H_r$ : Pertes de charge au refoulement.

### ❖ Puissance absorbée par la pompe

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

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

$\eta$ : Rendement de la pompe en (%) ( $\eta=78,6\%$ ).

Q: Débit refoulé par la pompe en ( $m^3/s$ ).

g: Pesanteur ( $9.81 m/s^2$ ).

$\rho$  : Masse volumique de l'eau ( $1000 Kg/m^3$ ).

### ❖ Energie consommée par la pompe

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

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 :

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

E: Énergie 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 :

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

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

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

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

i: Taux d'annuité annuel, i = 8 %.

n: Nombre d'années d'amortissement, n =28 ans.

$$A = \frac{0,08}{(0,08 + 1)^{28} - 1} + 0,08 = 0,09048 = 9,048\%$$

**V.5.2 Dimensionnement de l’adduction (DHRAA EL ADJROUD R1000m<sup>3</sup> vers AUIIN AZRIGA R5000m<sup>3</sup>)**

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

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

$Q_{exp}$  : Débit d’exploitation (m<sup>3</sup>/s).

$Q_{max,j}$  : Débit maximum journalier (m<sup>3</sup>/j) ;  $Q_{max,j} = 304,02 \text{ l/s} = 26267,33 \text{ m}^3/\text{j}$ .

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

**A.N:**  $Q_{exp,SPR} = \frac{26267,33}{20 * 3600} \Rightarrow Q_{exp, S,R} = 364, 82 \text{ L/s};$

**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 :

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

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).

**A.N :**  $V_{bache} = (26267,33 * 0,25/20) = 328,34 \text{ m}^3$

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

$$A.N : D = \sqrt{364,82 * 10^{-3}} \Rightarrow D = 0,604m \quad \text{donc : } \mathbf{D = 600 mm}$$

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 (**DHRAA EL ADJROUD R1000m<sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m<sup>3</sup>**)

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	$\lambda$	$\Delta H_{lin}$ (m)	$\Delta H_{totale}$ (m)	Hg (m)	HMT (m)
200	13651	364,82	1,16	0,0115	540,05	594,05	25	619,05
250	13651	364,82	0,93	0,0111	213,51	234,86	25	259,86
315	13651	364,82	0,74	0,0106	80,89	88,98	25	113,98
400	13651	364,82	0,58	0,0102	29,94	32,93	25	57,93
500	13651	364,82	0,46	0,0098	11,78	12,96	25	37,96

**Tableau V.2** Calcul des frais d'amortissement du tronçon (**DHRAA EL ADJROUD R1000m<sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m<sup>3</sup>**)

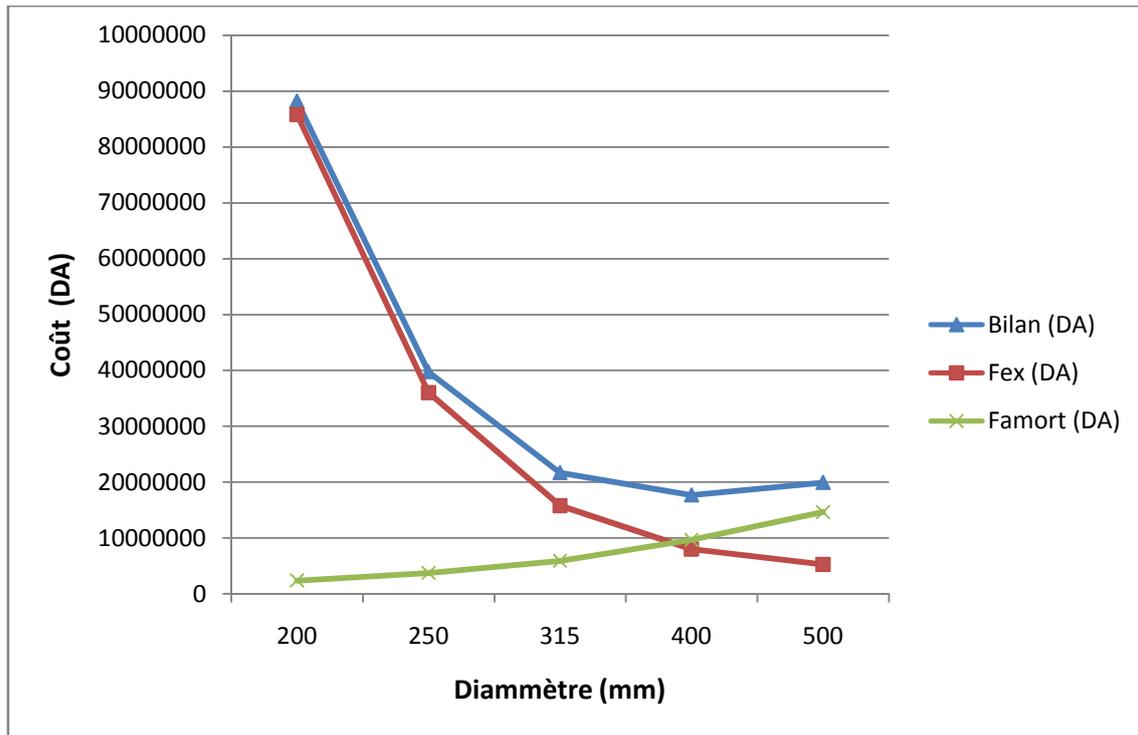
Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F <sub>amort</sub> (DA)
200	1931,48	13651	2385653
250	3036,15	13651	3750077,84
315	4789,47	13651	5915677,85
400	7837,53	13651	9680466,24
500	11878,44	13651	14671565,8

**Tableau V.3** Calcul des frais d'exploitation du tronçon (**DHRAA EL ADJROUD R1000m<sup>3</sup> VERS AUIN AZRIGA R5000m<sup>3</sup>**)

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh/an)	F <sub>exploit</sub> (DA)
200	2818,72	20576647,80	85804621,34
250	1183,22	8637486,85	36018320,17
315	519,00	3788699,59	15798877,27
400	263,78	1925572,10	8029635,654
500	172,84	1261739,75	5261454,759

**Tableau V.4** Bilan du tronçon (**DHRAA EL ADJROUD R1000m<sup>3</sup> vers AUIN AZRIGA R5000m<sup>3</sup>**)

Diamètre (mm)	F <sub>exploit</sub> (DA)	F <sub>amort</sub> (DA)	Bilan (DA)
200	85804621,34	2385653	88190274,3
250	36018320,17	3750077,84	39768398
315	15798877,27	5915677,85	21714555,1
400	8029635,654	9680466,24	17710101,9
500	5261454,759	14671565,8	19933020,6



**Figure V.1** Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation (RX1000m<sup>3</sup> VERS RX5000m<sup>3</sup>)

## Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 400 mm, avec une vitesse de 0,58 m/s et sur une longueur de 13651 m.

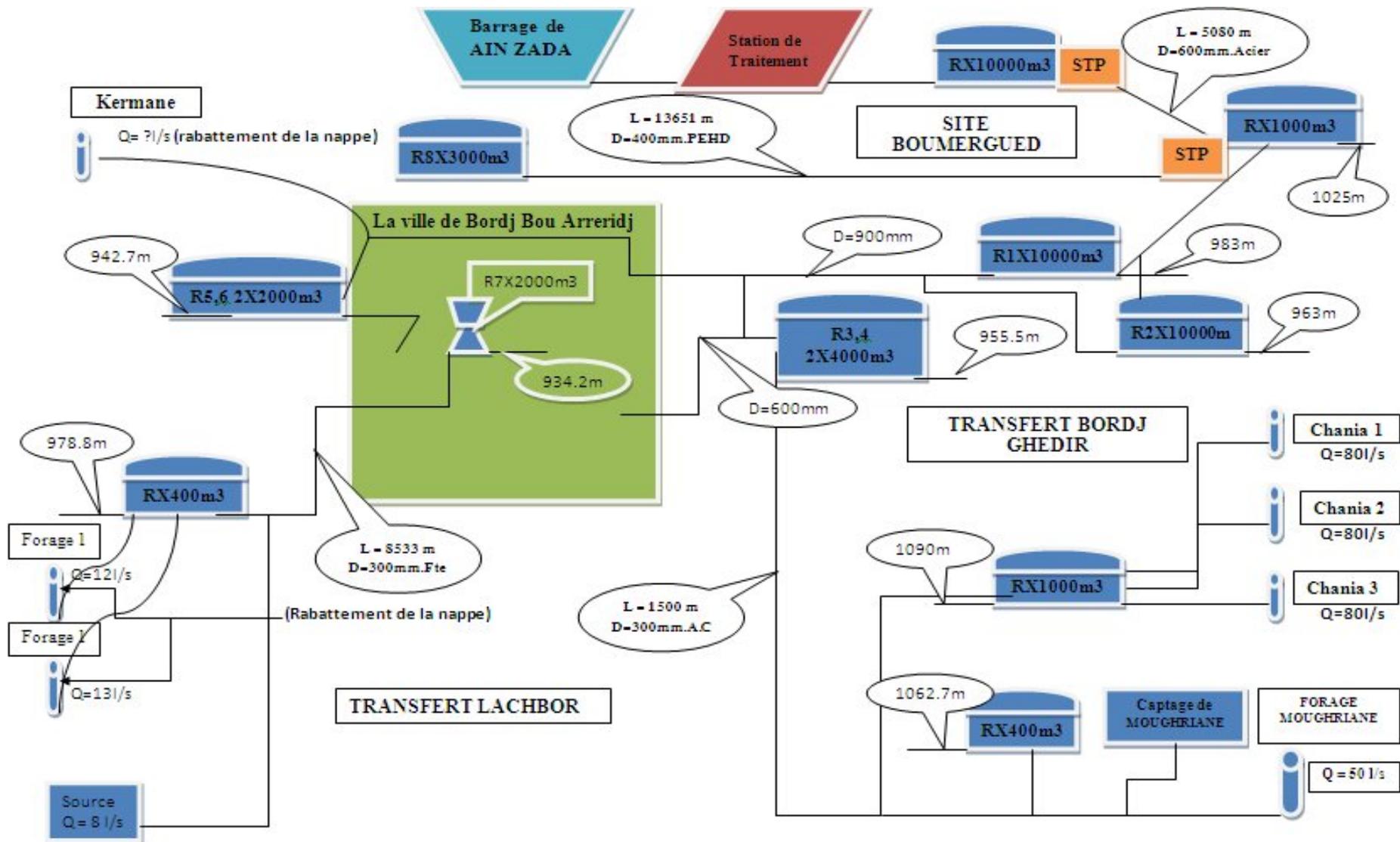


Figure V.2 Schéma synoptique du système d'adduction d'AEP projeté de Bordj Bou Arreridj.

## V.6 Étude 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 pompage de DHRAA EL ADJROUD.

### a. Choix de l'emplacement de la station de pompage

L'emplacement ou bien le site où la station de pompage, elle est à cote de réservoir DHRAA EL ADJROUD qui refoule directement vers le réservoir d'AUIN AZRIGA

### Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur  $H_{mt}$  ;
- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Être 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.5** Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre.

n	Q appelé (l/s)	Hmt appelée (m)	Type de pompe	$\eta$ (%)	Vitesse (tr/min)	Poids (Kg)	$P_{abs}$ (Kw)	(NPSH) <sub>r</sub> (m)	$\varnothing$ roue (mm)
1	364,82	57,93							
<b>2</b>	<b>122</b>	57,93	<b>MEC-AZ 3/100 D</b>	<b>78,6</b>	<b>2920</b>	<b>587</b>	<b>47,1</b>	<b>5,4</b>	<b>100</b>
3	72,96	57,93	PM 100/4 A	75,8	1450	418	48,9	1,91	100

A partir du tableau ci-dessus, on déduit que la variante de deux (02) 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 deux (02) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (03) pompes sont identiques de type **MEC-AZ 3/100 D.CAPRARI**.

Pas de réglage de pompe car :  $Q_{app} = Q_{pompe} = 123 \text{ l/s}$

### c. Courbes caractéristiques

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

- La pompe de type **MEC-AZ 3/100 D** (courbe caractéristique, annexe V.2)

## V.7 Étude du coup de bélier [1], [3]

### V.7.1 Introduction

Qu'elles soient posées en terre, ce qui est le cas général, ou en galeries, les conduites d'adduction gravitaire ou par refoulement, aussi bien que celles de distribution d'ailleurs, sont menacées de dégradation ou de destruction par des causes diverses naturelles ou artificielles.

Leur bonne conservation dépend, en premier lieu, de la qualité du matériau dont elles sont constituées et surtout de son adaptation aux caractéristiques physico-chimiques des terrains dans lesquels elles sont posées. Ceci est vrai pour les différentes natures de matériaux, mais principalement pour les conduites métalliques : fer, fonte, acier, etc., ainsi que pour celles, telles que les conduites en béton armé, dans la constitution des quelles il entre des matériaux ferreux.

Par exemple, les conduites en acier reçoivent un goudronnage intérieur et extérieur.

La protection extérieure des conduites placées en terre est complétée actuellement par un revêtement formé d'un complexe de produits bitumineux.

Les conduites peuvent aussi être soumises fonctionnellement à des surpressions accidentelles auxquelles elles doivent résister soit intrinsèquement par leur résistance propre, soit par des moyens de protection appropriés.

Ci-après sont données des indications générales sur :

- la protection cathodique des canalisations.
- la protection des conduites de refoulement ou autres contre les surpressions.

Il est bien précisé que ces indications sont valables pour toutes les conduites, celles de distribution comprises.

### V.7.2 Phénomène du coup de bélier

#### 2.1 Définition

Le coup de bélier est un phénomène transitoire, oscillatoire qui se manifeste dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ou refoulement dont les causes les fréquentes sont :

- Arrêt brutal, par disjonction inopinée d'un ou plusieurs groupes électropompes alimentant une conduite débitant sur un réservoir (cas refoulement).
- Fermeture ou ouverture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement placé au bout d'une conduite (cas gravitaire).

#### 2.2 Les risques dus aux coups de bélier

En pratique, les risques dus au coup de bélier sont importants.

##### 1. Surpression

Les surpressions dues aux coups de bélier peuvent être engendrées au plus de la pression initiale si leur somme dépasse la pression maximale admissible de la conduite il peut y avoir fissuration de cette dernière et dislocation des points.

##### 2. Dépression

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe si cette pression devient inférieure à (-10 m.c.e) il se produit une poche de cavitation.

Des conséquences néfastes peuvent être criées dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

### 3. Fatigues des conduites

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut Provoquer la Fatigue des canalisations même si leur amplitude est faible.

#### V.7.3. Description des phénomènes physiques

##### 7.3.1. État d'équilibre d'un système hydraulique [6]

Les phénomènes transitoires hydrauliques apparaissent lorsque l'équilibre des forces agissant sur un système est modifié. Quand un liquide est en mouvement dans une conduite et que ce mouvement ne varie pas dans le temps, il y a un état d'équilibre permanent. En fait, il y a équilibre entre l'énergie disponible (ou potentielle) et les énergies dues au mouvement (cinétique) et perdues par le frottement, ce qui définit un mouvement permanent. Cette vision est macroscopique car, à une échelle plus petite, on observe que les vitesses fluctuent constamment autour d'une valeur moyenne, c'est une manifestation de la turbulence.

##### 7.3.2. Onde élastique et oscillation en masse [6]

Les variations de régime dans un système sous pression peuvent adopter deux comportements différents. Si le système est fermé, c'est-à-dire qu'il ne contient pas d'endroit où il est possible d'accumuler de l'eau en grande quantité, on observe une variation locale importante de la pression ; c'est le coup de bélier par onde élastique. Dans le cas où l'eau peut être accumulée dans un réservoir ou une cheminée d'équilibre on parle plutôt d'oscillation en masse.

##### 7.3.3. Perturbation de l'équilibre, effet sur les pressions [5]

Si on considère la conduite dans laquelle coule un liquide en régime permanent, le niveau de la pression est fort raisonnable, soit inférieur à celui de la pression hydrostatique dans des conditions d'écoulement nulles. Qu'advient-il lorsque, pour une raison ou une autre, il y a une modification temporelle de l'écoulement par accélération ou décélération ? La réponse du physicien se base sur les principes de la mécanique newtonienne. Il y aura un transfert d'énergie entre les énergies potentielles et cinétiques pour chercher à atteindre un nouveau équilibre en tenant compte des pertes et transgresser le principe de conservation de l'énergie.

Cette réponse, toute rigoureuse qu'elle soit, peut nous paraître bien aride et nous pouvons nous demander comment cela peut s'appliquer au simple cas de la masse d'eau qui circule en régime permanent dans une conduite et qui voit son mouvement modifié. Partant des principes que, dans un fluide, l'énergie potentielle se traduit par une énergie de pression et que, d'autre part, l'eau n'est pas absolument incompressible et que la conduite admet des déformations élastiques.

#### V.7.4 Moyens de protection contre le coup de bélier

Les appareils anti- bélier devront avoir pour effet :

- De limiter la dépression.
- De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

- Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
- Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection des surpressions.

- Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

#### **7.4.1. Les volants d'inertie**

Le volant d'inertie calé sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale.

Le volant d'inertie la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.

#### **7.4.2. Les soupapes de décharge [7]**

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur le conduit au point à protéger.

#### **7.4.3. Vanne à fermeture lente**

Cette solution ne permet de protéger que les adductions gravitaires, car elle ne remédie en aucun cas à arrêt intempestif d'une pompe. Il s'agit en fait davantage de limiter l'intensité du coup de bélier qui se produira, que d'y apporter remède.

#### **7.4.4. Les cheminées d'équilibre**

A la place d'un réservoir d'air sous pression il peut être établi à la station de pompage un réservoir à l'air libre appelé cheminée d'équilibre cette cheminée jouera le même rôle mais dans le cas de hauteurs de refoulement même moyennes on arrive rapidement à des ouvrages d'art importants puisque l'eau s'élèvera déjà en régime normal à la hauteur géométrique augmentée des pertes des charges.

#### **7.4.5. Réservoir a vessie [10]**

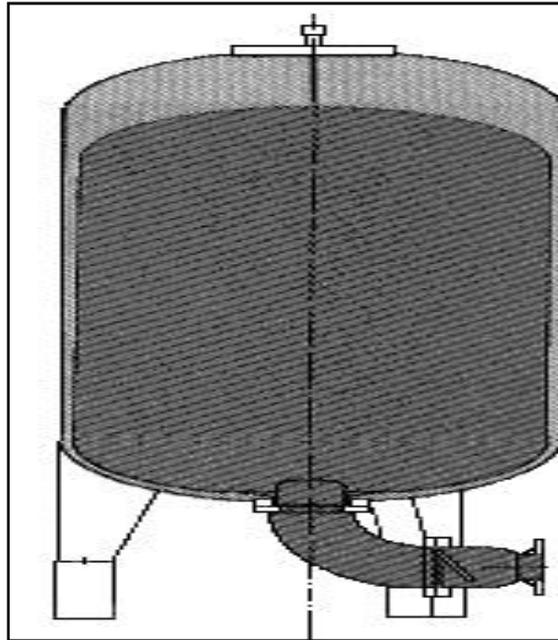
Un réservoir à vessie a la même mission qu'un réservoir traditionnel avec un système de contrôle équipé d'un compresseur, quand à la protection anti-bélier. L'objectif de cette solution pneumatique est de simplifier la méthode de régulation.

De la même manière qu'un système contrôlé par compresseur, une contre-pression est calculée pour conférer l'élasticité requise pour pousser l'eau dans le système à la suite d'un arrêt des pompes ou d'une coupure de courant.

La principale différence réside dans le fait que le liquide est contenu dans une vessie en caoutchouc (compatible avec l'eau potable). Ainsi comme il n'y a pas de contact entre l'air comprimé et l'eau, il n'y a pas de phénomène de dissolution. IL n'y a donc aucune utilité pour un système de régulation permanent incluant un compresseur.

Une fois le compresseur installé et la pression de pré-gonflage correcte introduite, le réservoir fonctionnera automatiquement se vidageant à la demande et se remplissant avec les ondes de retour jusqu'à retrouver son point d'équilibre.

CHARLATTE RESERVOIRS fabrique des réservoirs à vessie de capacité de 8 à 80000 litres et qui fonctionnent dans le monde entier. la Figure ci-dessous représente le RÉSERVOIR A VESSIE



**Figure V.3** Réservoir a vessie.

#### **a. Conception d'un réservoir a vessie**

Le réservoir peut-être horizontal, soit vertical. IL est constitué d'un réservoir en acier contenant une vessie de caoutchouc faite de butyle (compatible pour l'usage avec de l'eau potable) et d'une sortie à bride équipée d'une grille anti-extrusion.

Les réservoirs sont traités intérieurement avec une peinture époxy de qualité alimentaire, comme protection contre la corrosion et extérieurement traités suivant les spécifications du client.

Le réservoir est généralement fourni avec un équipement de niveau permettant de visualiser le niveau d'eau à l'intérieur du réservoir, ainsi qu'un manomètre permettant de vérifier la pression de pré-gonflage.

#### **b. Fonctionnement**

L'installation d'un tel réservoir anti-bélier est très simple, mais doit être conduite Avec soins. Lorsque cette installation est bien faite, l'inspection future du Réservoir sera très simple.

Initialement, la pression de pré-gonflage doit être ajustée à la valeur définie par l'étude hydraulique (le gaz peut-être de l'air comprimé ou de l'azote).a ce stade, la vessie est vidée de tout contenu.

A l'ouverture de la connexion avec le réseau, l'eau va entrer dans le réservoir, et commencé à déployer la vessie et comprimer le gaz (la pression statique est toujours plus élevée que la pression de pré-gonflage).

L'eau remplit le réservoir en comprimant le gaz jusqu'à ce qu'un équilibre de pression soit atteint entre le liquide et le gaz comprimé.

Immédiatement après un arrêt de pompe la pression dans le réseau va décroître et l'énergie élastique contenue dans le réservoir va décharger l'eau du réservoir dans le réseau. Ceci évite toute dépression qui pourrait être dommageable aux tuyauteries.

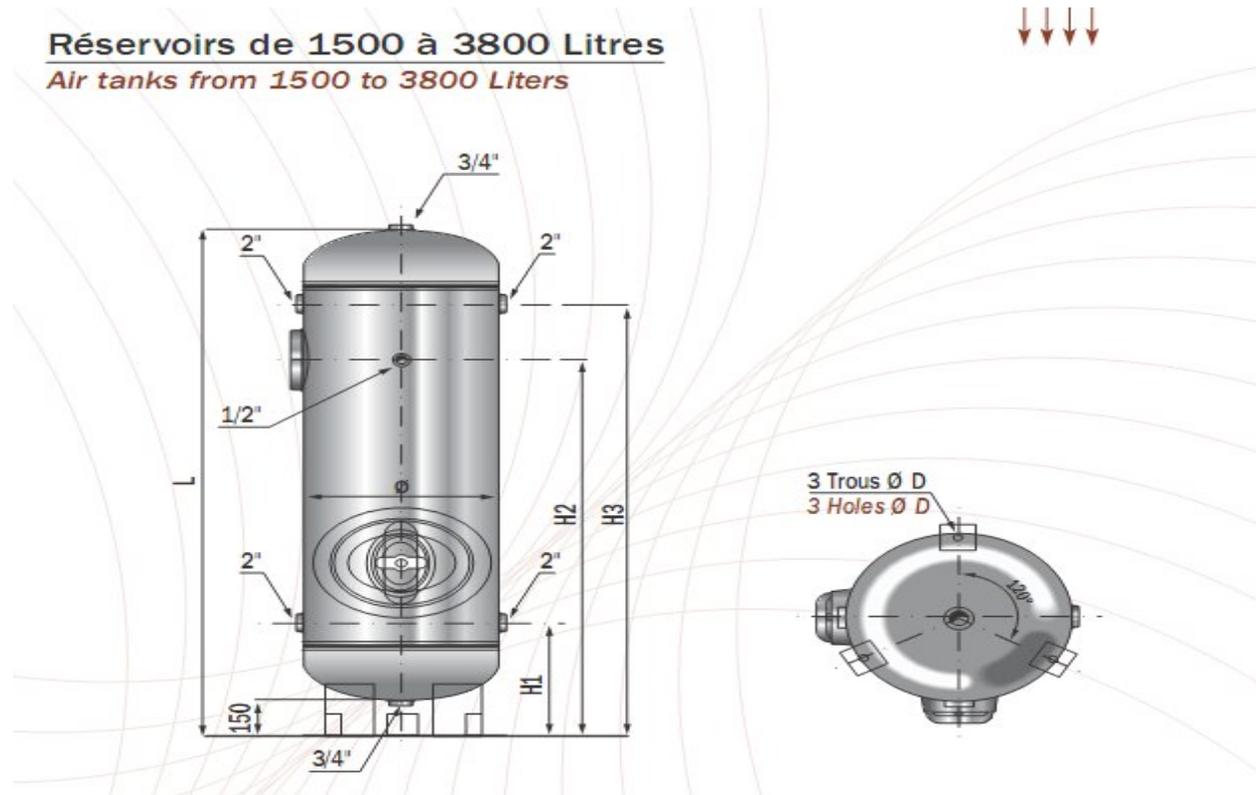
Comme la pression atteint son niveau le plus bas, le flot va s'inverser, qui va ensuite entrer dans le réservoir au travers d'une connexion de diamètre réduit (clapet d'anti-retour percé ou tuyère) si celle-ci est hydrauliquement requise. Plusieurs oscillations apparaîtrons ensuite jusqu'à à ce qu'un état d'équilibre soit atteint.

Quand la station redémarrera, le réservoir continuera à se remplir jusqu'à ce que l'équilibre en fonctionnement soit atteint, étant ainsi prêt pour le prochain arrêt de pompe.

#### 7.4.6 Réservoir d'air

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'un réservoir d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air.

Ce dispositif est le plus simple et protégera les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions (voir figure V.4)



**Figure V.4** Réservoir d'air (anti-bélier).

##### a. Principe de fonctionnement du réservoir d'air

Le réservoir d'air contient de l'eau et de l'air et, en marche normale, la pression de cet air équilibre la pression dans la conduite au point considéré.

A la disjonction du groupe électrique, le clapet se ferme. Puisque la pompe ne fournit plus de pression, une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite. En effet, à ce moment, la pression de l'air de la cloche est encore supérieure à celle qui s'exerce à l'autre extrémité de la conduite, au réservoir.

L'eau de la conduite revient en arrière après l'annulation de sa vitesse et remonte dans la cloche, il en résulte donc une succession de surpressions et de dépressions jusqu'à l'amortissement du phénomène.

La dissipation de l'énergie de l'eau peut être obtenue par le passage de celle-ci au travers d'un organe d'étranglement disposé à la base de la cloche.

Etant un dispositif simple protégeant l'installation aussi bien contre les dépressions que contre les surpressions, et qu'il est simple à installer et facile à contrôler, notre choix se portera sur ce dispositif.

### Remarque

Dans ce projet, on propose comme moyen de protection des installations, le réservoir d'air pour les avantages qu'il présente :

- Il intervient dans la protection contre la surpression et la dépression.
- Il est utilisé pour les moyennes et grandes hauteurs de refoulement.
- Il est simple à installer.
- Bon fonctionnement.
- Bonne sécurité.
- Pas de pertes d'eau.

## V.7.5 Calcul du coup de bélier [7]

### 7.5.1 Détermination de la valeur de surpression et de dépression

La valeur maximale de la surpression et de la dépression est donnée par les relations suivantes :

$$\Delta H_{\max} = \pm \frac{cV_0}{g}$$

➤ **La surpression :**

$$H_s = H_g + \Delta H_{\max}$$

➤ **La dépression :**

$$H_d = H_g - \Delta H_{\max}$$

$V_0$  : Vitesse d'écoulement en régime normal (m/s) ;

$g$  : accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>).

$c$  : Célérité d'onde en (m/s).

$H_g$  : Hauteur géométrique (m).

$H_s$  : Hauteur de surpression.

$H_d$  : Hauteur de dépression.

### 7.5.2 Détermination de la célérité [7]

On choisit de faire l'étude du coup de bélier avec du sol pour l'hypothèse de son raideur, c'est-à-dire que la conduite ne se déforme pas librement sous l'effet des contraintes engendrées par le coup de bélier. Pour ce faire on calculera la célérité de propagation d'onde pour une conduite mince à caractéristiques unique par la formule donnée par M. SALAH. B

Donc pour notre cas, on fait l'étude pour la partie refoulement.

**7.5.3 Partie refoulement**

Le type de matériau et la fonte, la célérité est calculée par la formule (V-1) (SALAH. B) :

$$c = \frac{(K / \rho)^{1/2}}{\left(1 + \frac{K 2a(1 - \nu_m^2)(1 - \nu_s)}{(1 - \nu_m^2)aE_s + E_m e_m (1 - \nu_s)}\right)^{1/2}} \dots\dots\dots (V.15)$$

Avec :

- K : Coefficient d'élasticité de l'eau ; k = 2.07\*10<sup>9</sup> Pascal.
- ρ : Masse volumique de l'eau ; ρ = 1000kg / m<sup>3</sup>.
- E<sub>m</sub> : module de Young du matériau de la conduite ; E<sub>m</sub> = 1,2\*10<sup>9</sup> pour la PEHD.
- E<sub>s</sub> : module de Young du sol ; E<sub>s</sub> = 2\*10<sup>8</sup> Pascal.
- ν<sub>m</sub> : coefficient de poisson du matériau. ν<sub>m</sub>=0.45 pour la PEHD.
- ν<sub>s</sub> : coefficient de poisson du sol entourant la conduite. ν<sub>s</sub>=0.33.
- e<sub>m</sub> : Épaisseur de la conduite (m), on prend dans notre cas e<sub>m</sub>= 0.0477m.
- a : rayon intérieur de la conduite (m).

**Remarque**

Concernant les caractéristiques des matériaux et de sol, voir les annexes, (Annexe V.3)

**7.5.4 Dimensionnement des réservoirs d'air par la méthode de VIBERT [7]**

**Application**

- **Les données de base**

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

**Tableau V.6** Caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement.

Adduction	Type de matériau	D (mm)	S (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	L (m)	Hg (m)
(RX1000m <sup>3</sup> -RX5000m <sup>3</sup> )	PEHD	400	0.1256	0,58	13651	25

- **Calcul de la célérité d'onde C**

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

$$c = \frac{(2.07 \times 10^9 / 1000)^{1/2}}{\left(1 + \frac{2.07 \times 10^9 \times 2 \times 0.1763 * (1 - 0.45^2)(1 - 0.33)}{(1 - 0.45^2) \times 0.1763 \times 2 \times 10^8 + 1.2 \times 10^9 \times 0.0237 \times (1 - 0.33)}\right)^{1/2}} = 635.01m / s$$

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

**Tableau V.7** Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement.

Adduction	K (Pa) (*10 <sup>9</sup> )	ρ (Kg/m <sup>3</sup> )	a (m)	ν <sub>m</sub>	ν <sub>s</sub>	E <sub>s</sub> (Pa) (*10 <sup>8</sup> )	E <sub>m</sub> (Pa) (*10 <sup>9</sup> )	e <sub>m</sub> (m)	C (m/s)
(RX1000m <sup>3</sup> - RX5000m <sup>3</sup> )	2.07	1000	0.1763	0.45	0.33	2	1.2	0.0237	635,01

C'est le même principe de calcul, mais dans ce cas on a fait le calcul par rapport au point le plus bas du tracé de la conduite d'adduction (au point d'emplacement de la décharge qui a une altitude de 938.99 m) (profil en long) donc on aura :

La surpression tenant compte du coup de bélier :

$$H_s = H_g + H_{max} = 85,6 + (635.01 * 0.58 / 9.81) = \mathbf{123.14 \text{ m}}$$

La dépression tenant compte du coup de bélier :

$$H_d = H_g - H_{max} = 85,6 - (635.01 * 0.58 / 9.81) = \mathbf{48.06 \text{ m}}$$

Alors d'après le calcul, on a 123,14 m > pression admissible de la conduite qui est égale à 100 m, pour cela la protection de la conduite est nécessaire pour faire face à la surpression et la dépression.

Donc ; La charge statique absolue :

$$Z_0 = H_g + 10 = 85,6 + 10 = \mathbf{95,6m}$$

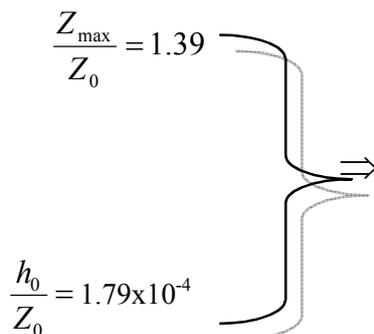
La charge maximale absolue :

$$Z_{max} = Z_0 + (CV_0/g) = 95.6 + 37,54 = \mathbf{133.14m}$$

$$\frac{Z_{max}}{Z_0} = \frac{133.14}{95,6} = 1.39$$

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{0.58^2}{2 \times 9.81} = 0.01714 \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} = \frac{0.01714}{95,6} = 1.79 \times 10^{-4}$$

D'après l'abaque de M. VIBERT (calcul des réservoirs d'air) voir Annexe V.4



$$\frac{U_0}{LS} = 3,8 \times 10^{-3} \text{ Et } \frac{Z_{min}}{Z_0} = 0.74$$

$$\Rightarrow \frac{U_0}{LS} = 3,8 \times 10^{-3}, \frac{Z_{\max}}{Z_0} = 1.39$$

$$U_0 = LS \times 3,8 \times 10^{-3} = 13651 \times 0.1256 \times 3,8 \times 10^{-3} = 6515 \text{ litres d'air}$$

$$U_0 Z_0 = U_{\max} Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{6515}{0.74} = 8805 \text{ litres d'air}$$

En tenant compte de la sécurité on major cette valeur par 20% :

Donc :  $U_{\max} = 10000$  litres

Le résultat trouvé pour le calcul de volume de réservoir d'air est regroupé dans le tableau suivant :

**Tableau V.8** Calcul de volume de réservoir d'air de l'adduction de refoulement.

Adduction	(RX1000m <sup>3</sup> -RX5000m <sup>3</sup> )
Z <sub>0</sub> (m)	95,6
Z <sub>max</sub>	133,14
V <sub>0</sub> (m/s)	0,58
g (m/s <sup>2</sup> )	9,81
h <sub>0</sub>	0,01714
h <sub>0</sub> / Z <sub>0</sub>	1,79x10 <sup>-4</sup>
U <sub>0</sub> / (L*s)	3,8x10 <sup>-3</sup>
Z <sub>min</sub> / Z <sub>0</sub>	0,74
U <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> )	6,51
U <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> )	8,8
<b>Volume normalisé (litres)</b>	<b>10000</b>

- **Caractéristiques finales du réservoir d'air**

D'après la figure V.5 les dimensions des réservoirs d'air sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau V 9** Dimensions de réservoir d'air de l'adduction de refoulement.

Volume normalisé (Litre)	D (mm)	L (mm)	H (mm)	B (mm)	E (mm)	F (mm)	K (mm)	C (mm)
10000	2100	3550	2670	1600	300	1600	328	400

### 7.5.5 Encombrement du réservoir d'air

L'encombrement du réservoir d'air auquel on a opté est donné dans la figure V.5.

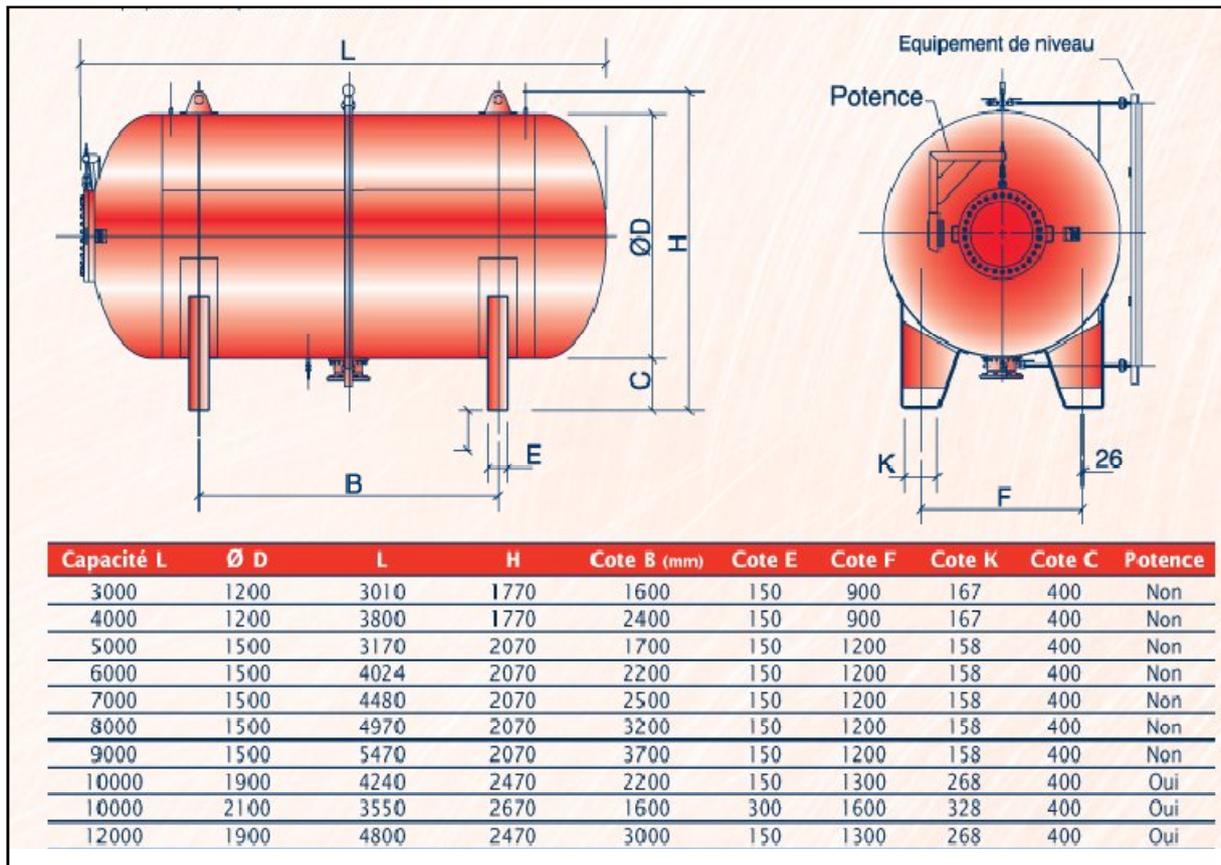


Figure V.5 Planche d'encombrement des réservoirs d'air Hydrofort CHARLATTE.

### 7.5.6 Installation du réservoir d'air

Afin de réduire l'encombrement à l'intérieur de la station de pompage et pour économiser le cout de génie civil le réservoir d'air sera installé à l'extérieur.

Le schéma d'installation est représenté par la Figure V.6

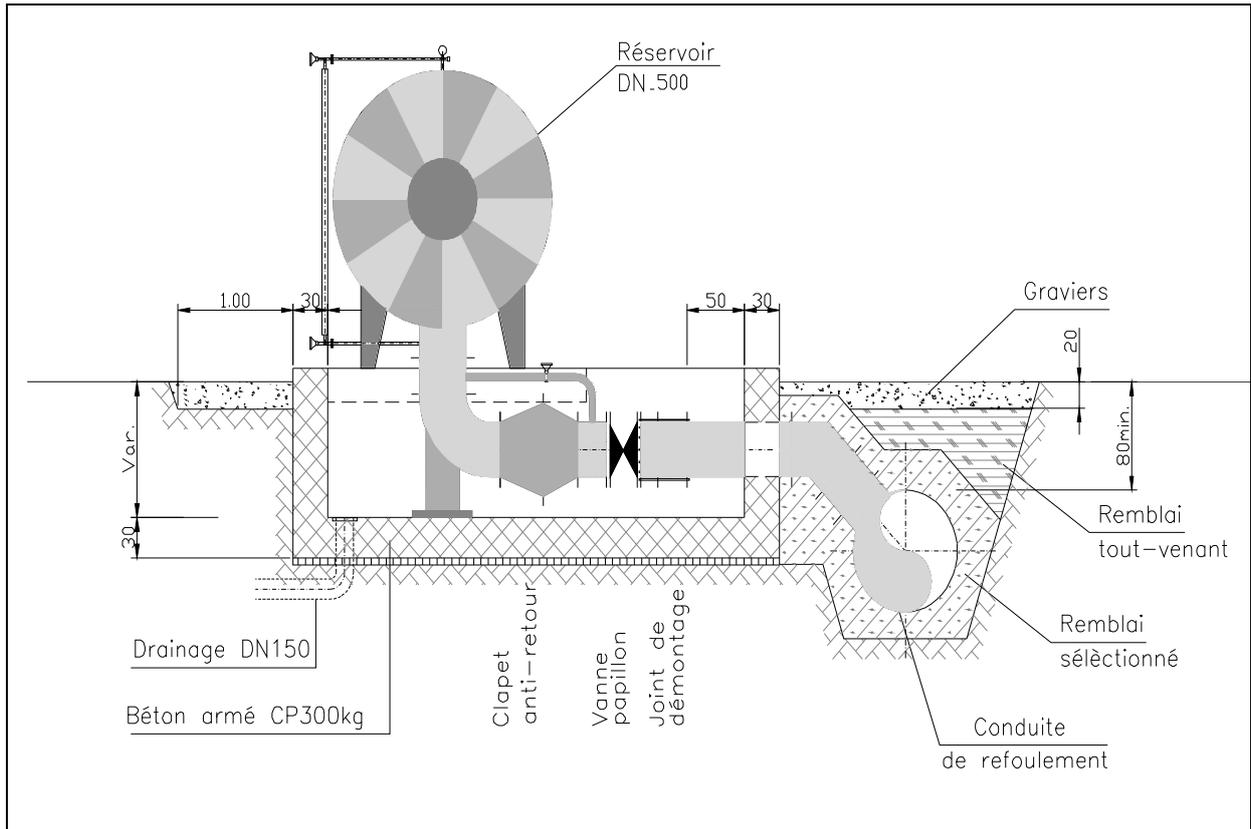


Figure V.6 Schéma d'installation du réservoir d'air.

### V.7.6 Coup de clapet

- Explication du phénomène

Lors de l'arrêt de la pompe, la disjonction de son moteur électrique par exemple, le clapet protégeant celle-ci va se fermer en un temps  $T_f$ . Ce temps de fermeture est estimé en assimilant le battant du clapet à un pendule composé dont la période d'oscillation est :

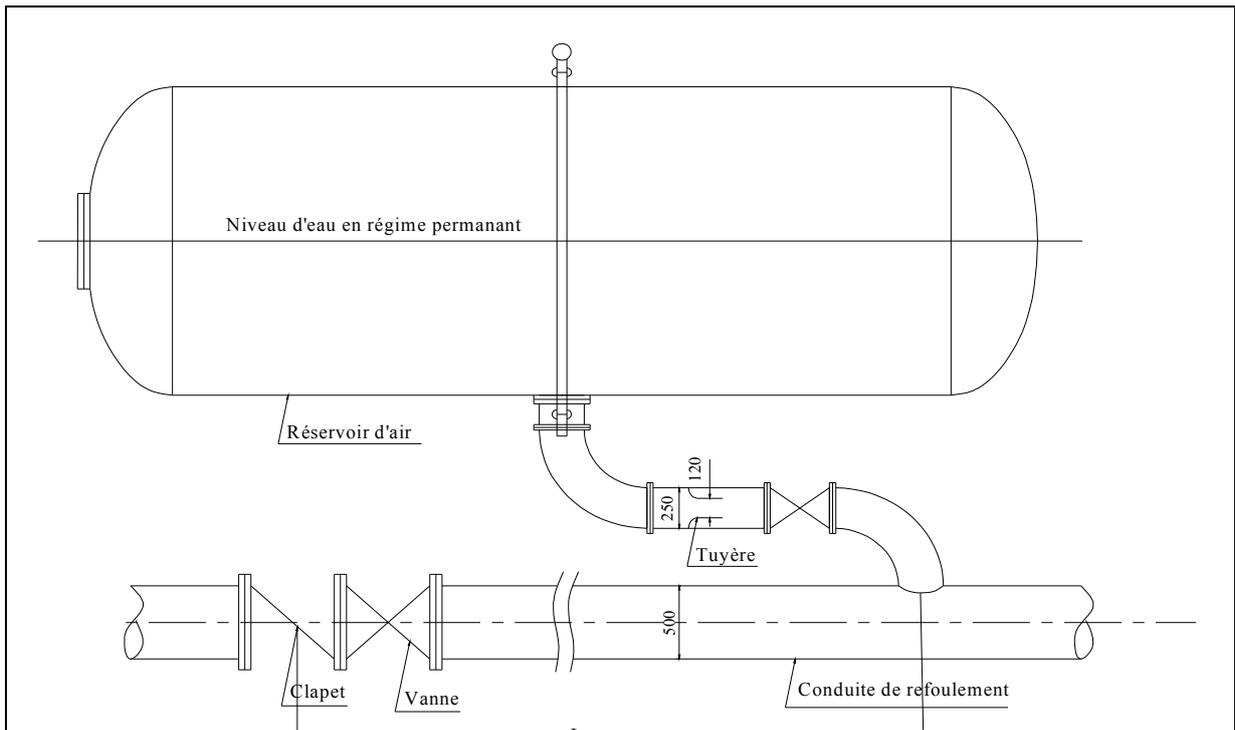
$$t = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgL}} \dots\dots\dots(V.16)$$

Avec :

I : moment d'inertie du battant par rapport à l'axe de rotation.

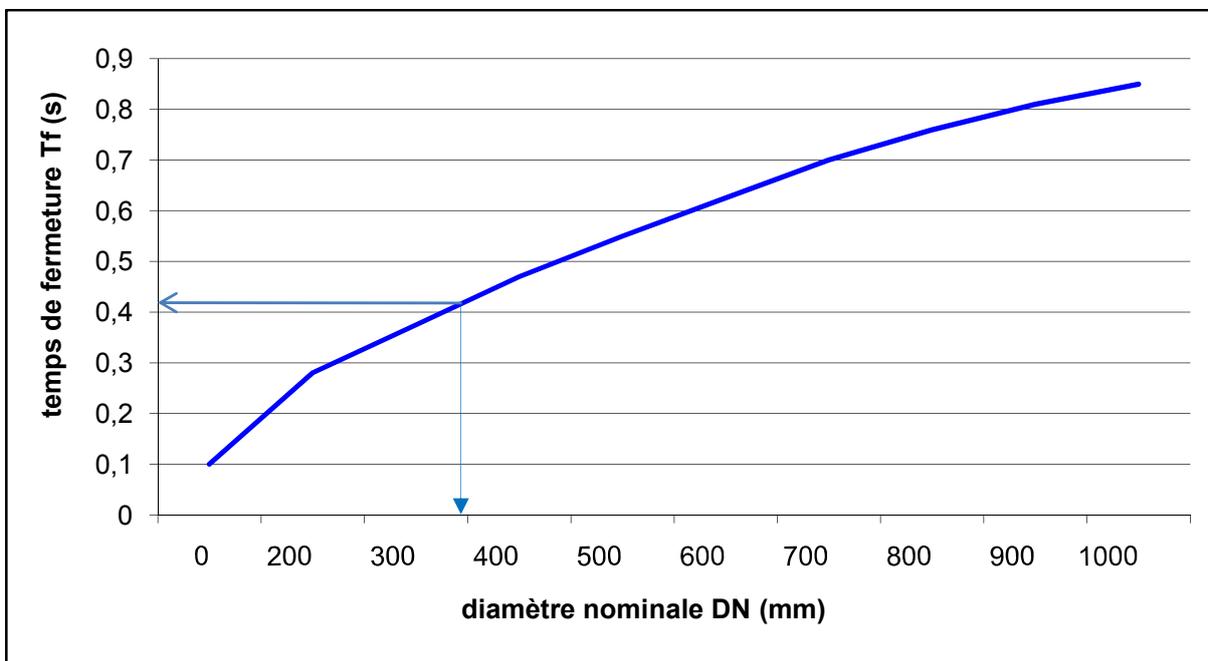
m : masse de l'axe du rotation.

L : distance de l'axe de rotation au centre d'inertie.



**Figure V.7** Schéma d'installation du réservoir d'air, vanne et le clapet.

La figure V.8 donne le temps de fermeture des clapets à battant jusqu'au diamètre nominal de 1000 mm (exercices de mécanique des fluides. M.Morel).



**Figure V.8** Temps de fermeture des clapets en fonction de DN.

Le temps de fermeture d'un clapet à battant considéré comme un pendule composé en général, le ballon anti-bélier est très près des pompes et la conduite de jonction entre l'anti-bélier et le clapet a une longueur « L » très courte. L'air comprimé du ballon va pousser l'eau dans la conduite, et le débit sera revenu au bout du temps «  $T_i$  » de l'anti-bélier au clapet.

Si le temps  $T_f$  de fermeture du clapet est supérieur au temps  $T_i$  d'inversion du débit, le clapet sera violemment appliqué sur son siège par ce débit inversé. De plus le clapet interrompt le débit inversé et crée un coup de bélier qui va se propager de chaque coté.

$$\text{Il est donc impératif que : } T_f < T_i$$

Pour calculer le temps d'inversion du débit, on applique la méthode de LEWNISKY, elle nous permet de déterminer « i » le nombre de réflexion de l'onde de l'anti-bélier au clapet.

$$\text{On a la formule suivante : } T_i = i \times \frac{2 \times L}{C} \dots\dots\dots(V.17)$$

Tel que L : longueur entre le clapet et le réservoir d'air en (m).

C : la célérité d'onde (m/s).

i : nombre de réflexion d'onde l'anti-bélier au clapet.

Et pour déterminer « i » il faut calculer le nombre  $K_1$

$$\text{Avec : } K_1 = 20 \frac{g \times H_{mt} \times L \times P}{C \times V_0 \times I \times N_0} \dots\dots\dots(V.18)$$

P : la puissance en CV sur l'arbre de la pompe.

$V_0$  : vitesse en régime permanent.

$H_{mt}$  : hauteur manométrique totale.

$N_0$  : vitesse de rotation tr/min.

I : inertie des parties tournantes en Kg.m<sup>2</sup>.

Après le calcul de la valeur  $K_1$  en tire la valeur de « i » à partir de la Figure I voir Annexe V.5

**Application**

- **Calcul de la longueur entre le clapet et le réservoir d'air**

On a, le diamètre nominal de refoulement qui est égal : **400mm**

À partir de la Figure V.8, on trouve que : **Tf=0.42s**

Donc : **T<sub>f</sub>=0.42s**

On applique la formule  $T_f = \frac{L}{C} \Rightarrow L = C \times T_f$

$$L = 635.01 \times 0.42 = 266.70 \text{ m}$$

On a : 1 CV → 736 W

$$X \rightarrow 47100 \text{ W} \quad X = 47100 / 736 = \mathbf{63.99 \text{ CV}}$$

- **Calcul de  $K_1$**

$$K_1 = 20 \frac{9.81 \times 57.93 \times 266.70 \times 63.99}{635.01 \times 0.58 \times 0.7 \times 2920} = 257.68$$

A partir la figure I (annexe V.5) on trouve que :  $i = 1$

Donc :

$$i = 1$$

Et par ceci on trouve que :

$$T_i = 1 \times \frac{2 \times 266.70}{635.01} = 0.84 \text{ s}$$

On remarque que  $(T_i = 0.84 \text{ s}) \geq (T_f = 0.42)$

Donc la condition est vérifiée et le clapet ne sera pas détérioré.

### Conclusion

Dans cette partie nous avons dimensionné la conduite d'adduction et la station de pompage de telle manière à assurer le débit nécessaire à l'agglomération pour l'horizon d'étude, on a fait aussi le calcul de réservoir d'air afin de le protéger contre le régime transitoire.

La protection de la conduite de refoulement contre le régime transitoire nécessite d'après l'étude fait dans ce chapitre un réservoir d'air et le clapet anti-retour.

## CHAPITRE VI

### PROJECTION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2040



## CHAPITRE VI : PROJECTION DU RESEAU POUR L'HORIZON 2040

### Introduction

Après le diagnostic du réseau existant, la détermination de différents anomalies et les remèdes proposés à ces problèmes, on va passer dans ce chapitre au dimensionnement du réseau à l'horizon d'étude 2040 toutes en assurant les débits et les pressions nécessaires aux abonnés.

### VI.1 Classification des réseaux

Un réseau de distribution peut avoir une forme ramifié ou une forme maillé ce qui est plus courant. Les principaux éléments d'un réseau sont les conduites, les branchements et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs, bouches d'incendie, ...etc.). Les conduites de distribution doivent suivre les rues de la ville et sont posées en terre, généralement, au niveau des accotements des chaussées et des routes (sous les trottoirs).

#### a. Réseau ramifié

Un réseau ramifié est un réseau tel que tout les points du réseau ne peut être alimenté que d'une seule façon. Ainsi, la caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule dans toute la canalisation dans un seul sens (des conduites principales vers les conduites secondaires, vers les conduites tertiaires...). En d'autres termes. Un réseau ramifié ne peut comporter qu'un seul nœud référence amont.

Ce réseau ne présente pas assez de souplesse à des modifications de débit et tout réseau initialement ramifié est modifié, au cours de l'exploitation ultérieure, par les nécessités des extensions imprévues et pour la sécurité de fonctionnement de certaines parties de réseau.

#### b. Réseau maillé

C'est le cas le plus fréquent en distribution. Le réseau maillé est l'assemblage de deux ou plusieurs réseaux ramifiés par des conduites qui permettent des échanges entre les réseaux et qui constituent de mailles (permettant une alimentation de retour).

Ainsi, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs cotés. Les petites rues sont toujours alimentées par des ramifications.

### VI.2 Hypothèses de calcul et de dimensionnement

Les mêmes principes évoqués pour les conduites d'adductions s'appliquent aussi pour les réseaux de distribution : caractéristiques hydrauliques (pertes de charge linéaires et singulières, ligne piézométrique), diamètres économique, type de tuyaux, protection contre les coups de bélier, pose des conduites et accessoires (vannes, robinets, venteuses, pièces spéciales).

#### 1. Débits

Une estimation aussi précise que possible, doit être faite des besoins en eau de l'agglomération à alimenter, on calcule aussi le débit pendant l'heure de pointe. Les conduites de distribution devront pouvoir transiter les plus forts débits, le calcul hydraulique des canalisations se fait donc avec le débit de pointe.

Eventuellement, il faut vérifier le comportement du réseau de distribution en cas d'incendie. Le débit d'incendie à prévoir au point le plus défavorable du réseau est de  $60\text{m}^3/\text{h}$  (soit environ 17 l/s).

## 2. Choix du diamètre

Dans les tronçons sur lesquels il est prévu l'installation de bouches d'incendie, le diamètre minimal à choisir sera de 50 mm. Les vitesses de l'eau dans les canalisations de distributions doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s.

## 3. Pression

Le réseau doit être calculé pour satisfaire notamment, aux conditions de pression suivantes :

- Une charge minimale de 3m doit être prévue sur les orifices de puisage (robinets) les plus élevés (5 m dans le cas d'un chauffe-eau à gaz). En règle générale, la pression de service souhaitée au niveau de chaque point de distribution est d'environ 1 bar.
- En vue de la bonne tenue des canalisations et des joints, il y a lieu d'éviter des pressions supérieures à 50 m (limitation des fuites et des bruits désagréables dans les installations intérieurs des abonnés). Si néanmoins de telles pressions devaient se manifester, il y aurait lieu en vue de les diminuer, soit d'envisager une distribution étagée, soit de prévoir l'installation sur le réseau d'appareils réducteurs de pression.

En ce qui concerne les immeubles plus élevés, leurs propriétaires se trouvent dans l'obligation d'installer dans les sous-sols des groupes suppresseurs.

Les conduites équipées de bouches d'incendie devront pouvoir fournir en cas d'incendie une pression minimale au sol de 1 bar, en tout point du réseau de distribution.

### VI.3 Calcul hydraulique du réseau de distribution pour l'horizon 2040

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

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

#### a. Cas de pointe

D'après le tableau II.11 (chapitre II) de la consommation horaire de notre agglomération, on constate que la pointe est entre 08h et 12h :

$$Q_{pte} = 4893.68 \text{ m}^3/\text{h} = 1359,36 \text{ L/s}$$

**Q<sub>pte</sub>** : Débit de Pointe de consommation

- **Débit route**

Le débit route est estimé de la manière suivante :

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \Sigma Q_{cc} \dots\dots\dots (VI.1)$$

Avec :  $\Sigma Q_{cc} = \Sigma Q_{ind} = 378,96 \text{ m}^3/\text{h} = 105,27 \text{ L/s}$

Donc :  $Q_{rte} = Q_{pte} - Q_{ind} = 1254,09 \text{ L/s}$

- **Débit spécifique**

$$q_{sp} = Q_{route} / \Sigma L \dots\dots\dots(VI.2)$$

Avec :

$\Sigma L$ : La somme des longueurs des tronçons qui assurent le service en route.

$\Sigma L_i = 49731 \text{ ml}$ .

Application numérique :  $q_{sp} = \frac{1254,09}{49731} = 0,025217537 \text{ L / s} \times \text{ml}$

- **Calcul du Débit route pour chaque tronçon**

On utilise l'expression suivante :

$$Q_{rte,i} = q_{sp} \times L_i \dots\dots\dots(VI.3)$$

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

$L_i$  : Longueur du tronçon de l'ordre i.

- **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 :

$$Q_{ni} = 0,5 * \Sigma Q_r \dots\dots\dots (VI.4)$$

Où :

$Q_{ni}$  : Débit au nœud.

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

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

**Tableau VI.1** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040(cas de pointe).

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J1	T 137	906	0,02521753	22,85	14,92		14,92
	T 138	277		6,99			
J2	T 109	407		10,26	29,19		29,19
	T 143	938		23,65			
	T 74	315		7,94			
	T 110	655		16,52			
J3	T 70	1125		28,37	48,13		48,13
	T 143	938		23,65			
	T 97	1754		44,23			
J4	T 49	290		7,31	7,51		7,51
	T 129	306		7,72			
J5	T 86	15		0,38	2,32		2,32
	T 33	154		3,88			
	T 13	15		0,38			
J6	T 13	15		0,38	0,19		0,19
J7	T 116	207		5,22	13,87		13,87
	T 115	455		11,47			
	T 125	438		11,05			
J8	T 60	419		10,57	14,06		14,06
	T 44	226		5,70			
	T 113	470		11,85			
J9	T 14	20		0,50	4,01		4,01
	T 90	100		2,52			
	T 43	198		4,99			
J10	T 30	133		3,35	2,00		2,00
	T 15	13		0,33			
	T 140	13		0,33			
J11	T 15	13		0,33	0,16		0,16
J12	T 62	491		12,38	18,19		18,19
	T 68	702		17,70			
	T 93	30		0,76			
	T 92	220		5,55			
J13	T 22	30		0,76	3,95		3,95
	T 16	30	0,76				
	T 92	220	5,55				
	T 18	33	0,83				
J14	T 17	30	0,76	11,13	11,13		
	T 133	284	7,16				
	T 132	569	14,35				
J15	T17	30	0,76	0,38	0,38		
J16	T 18	33	0,83	5,62	5,62		
	T 61	413	10,41				
J17	T 121	437	11,02	8,73	8,73		
	T 19	34	0,86				
	T 122	221	5,57				
J18	T 25	277	6,99	10,92	10,92		
	T 42	589	14,85				
J19	T 146	540	13,62	7,40	7,40		
	T 20	47	1,19				
J20	T 20	47	1,19	13,54	13,54		
	T 78	345	8,70				
	T 77	321	8,09				
	T 55	361	9,10				

**Tableau VI.1** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J21	T 104	990	0,0252175	24,97	14,80		14,80
	T 72	42		1,06			
	T 100	142		3,58			
J22	T 130	574		14,47	11,10		11,10
	T 129	306		7,72			
J23	T 124	615		15,51	10,54		10,54
	T 122	221		5,57			
J24	T 145	495		12,48	21,02		21,02
	T 53	341		8,60			
	T 126	831		20,96			
J25	T 123	298		7,51	7,83		7,83
	T 118	166		4,19			
	T 117	157		3,96			
J26	T 58	375		9,46	12,99		12,99
	T 110	655		16,52			
J27	T 123	298		7,51	13,45		13,45
	T 33	154		3,88			
	T 124	615		15,51			
J28	T 82	57		1,44	1,87		1,87
	T 81	91		2,29			
J29	T 82	57		1,44	0,72		0,72
J30	T 27	117		2,95	6,67		6,67
	T 119	255		6,43			
	T 117	157		3,96			
J31	T 116	207		5,22	5,18		5,18
	T 123	87		2,19			
	T 27	117		2,95			
J32	T 118	166		4,19	10,31		10,31
	T 120	215		5,42			
	T 121	437		11,02			
J33	T 113	470		11,85	14,41		14,41
	T 69	673		16,97			
J34	T 49	290		7,31	5,93		5,93
	T 91	80		2,02			
	T 90	100		2,52			
J35	T 68	702		17,70	17,92		17,92
	T 21	17		0,43			
	T 59	702		17,70			
J36	T 61	413		10,41	24,91		24,91
	T 21	17		0,43			
	T 144	1546		38,99			
J37	T 138	277		6,99	8,67		8,67
	T 139	411	10,36				
J38	T 34	183	4,61	10,07	10,07		
	T 114	245	6,18				
	T 56	371	9,36				
J39	T 78	345	8,70	11,40	11,40		
	T 114	245	6,18				
	T 50	314	7,92				
J40	T 1	70	1,77	7,07	7,07		
	T 62	491	12,38				
J41	T 108	563	14,20	10,82	10,82		
	T 26	113	2,85				
	T 147	182	4,59				
J42	T 8	143	3,61	4,35	4,35		
	T 2	77	1,94				
	T 29	125	3,15				
J43	T 2	77	1,94	7,69	7,69		
	T 9	533	13,44				

**Tableau VI.1** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$	
J44	T 112	623	0,02521753	15,71	14,69	105,27	14,69	
	T 75	77		1,94				
	T 29	125		3,15				
	T 6	340		8,57				
J45	T 142	544		13,72	10,21		10,21	
	T 141	84		2,12				
	T 147	182		4,59				
J46	T 3	230		5,80	15,91		15,91	
	T 142	544		13,72				
	T 80	488		12,31				
J47	T 23	87		2,19	1,10		1,10	
J48	T 135	263		6,63	18,74		18,74	
	T 134	829		20,91				
	T 127	394		9,94				
J49	T 40	318		8,02	5,23		5,23	
	T 140	13		0,33				
	T 141	84		2,12				
J50	T 139	411		10,36	9,19		9,19	
	T 40	318		8,02				
J51	T 96	1113		28,07	21,89		21,89	
	T 112	623		15,71				
J 52	T 25	277		6,99	3,49		3,49	
J 53	T 46	306		7,72	9,18		9,18	
	T 26	113		2,85				
	T 98	309		7,79				
J 54	T 51	316		7,97	9,72		105,27	114,99
	T 115	455		11,47				
J 55	T 109	407		10,26	9,28		9,28	
	T 52	329		8,30				
J56	T 97	1754		44,23	33,44		33,44	
	T 66	589		14,85				
	T 98	309		7,79				
J57	T 65	541		13,64	15,40		15,40	
	T 130	547		13,79				
	T 30	133		3,35				
J 58	T 108	563		14,20	17,40		17,40	
	T 80	488		12,31				
	T 52	329		8,30				
J 59	T 73	148		3,73	1,87		1,87	
J60	T 11	734		18,51	18,77		18,77	
	T 32	167	4,21					
	T 37	588	14,83					
J61	T 57	375	9,46	6,83	6,83			
	T32	167	4,21					
J62	T 62	345	12,51	14,15	14,15			
	T 135	263	6,63					
	T 89	363	9,15					
J63	T 44	226	5,70	7,44	7,44			
	T 35	181	4,56					
	T 34	183	4,61					
J64	T 35	181	4,56	10,29	10,29			
	T 64	635	16,01					
J65	T 50	314	7,92	8,98	8,98			
	T 41	211	5,32					
	T 36	187	4,72					
J66	T 36	187	4,72	10,64	10,64			
	T 53	341	8,60					
	T51	316	7,97					

**Tableau VI.1** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J67	T 105	428	0,02521753	10,79	22,01		22,01
	T 106	730		18,41			
	T 37	588		14,83			
J68	T 42	589		14,85	7,43		7,43
J69	T 88	596		15,03	22,15		22,15
	T 132	569		14,35			
	T 43	198		4,99			
	T 127	394		9,94			
J70	T 45	228		5,75	10,06		10,06
	T 3	230		5,80			
	T 6	340		8,57			
J71	T 111	404		10,19	11,94		11,94
	T 45	228		5,75			
	T 74	315		7,94			
J72	T 9	533		13,44	24,66		24,66
	T 4	235		5,93			
	T 136	282		7,11			
	T 137	906		22,85			
J73	T 64	256		3,40	11,49		11,49
	T 4	235		5,93			
	T 65	541		13,64			
J74	T 46	306		7,72	13,34		13,34
	T 57	375		9,46			
	T 107	377		9,51			
J75	T 106	730		18,41	9,20		12,38
J76	T 126	831		6,35	19,72		19,72
	T 125	438		20,96			
	T 85	295		11,05			
J79	T 55	361		7,44	4,90		4,90
	T 79	11		9,10			
	T 12	17	0,28				
J80	T 134	829	0,43	14,12	14,12		
	T 133	284	20,91				
	T 83	14	7,16				
J81	T 76	125	0,18	15,82	15,82		
	T 146	540	3,15				
	T 5	590	13,62				
J82	T 5	590	14,88	9,24	9,24		
	T 8	143	14,88				
J83	T 64	635	3,61	9,75	9,75		
	T 28	138	16,01				
J84	T 66	589	3,48	17,58	17,58		
	T 107	377	14,85				
	T 105	428	9,51				
J85	T 58	375	10,79	10,79	10,79		
	T 75	77	9,46				
	T 111	404	1,94				
J86	T 59	702	10,19	31,26	31,26		
	T 96	1113	17,70				
	T 67	664	28,07				
J87	T 60	419	16,74	5,28	5,28		
J88	T 101	796	10,57	10,04	10,04		
J89	T 31	139	20,07	16,53	16,53		
	T 71	1172	3,51				

**Tableau VI.1** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite et fin)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sn}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$	
J90	T 62	345	0,02521753	12,51	10,02	105,27	10,02	
	T 12	17		0,43				
	T 136	282		7,11				
J91	T 67	664		16,74	22,56		22,56	
	T 70	1125		28,37				
J92	T 10	808		-	-		105,27	105,27
J93	T 11	734		18,51	21,74		21,74	
	T 104	990		24,97				
J94	T 103	235		5,93	9,24		9,24	
	T 54	498		12,56				
J95	T 39	503		12,68	18,17		18,17	
	T 101	796		20,07				
	T 100	142		3,58				
J96	T 48	315		7,94	18,84		18,84	
	T 145	495		12,48				
	T 69	673		16,97				
J97	T 79	11		0,28	5,25		5,25	
	T 131	206		5,19				
J98	T 47	210		5,30	6,28		6,28	
	T 54	498		12,56				
J99	T 24	102		2,57	1,29		1,29	
J100	T 56	371		9,36	9,08		9,08	
	T 28	138		3,48				
	T 41	211		5,32				
J101	T 77	321		8,09	9,77		9,77	
	T 31	139		3,51				
	T 48	315		7,94				
J102	T 103	235		5,93	5,65		5,65	
	T 102	213	5,37					
J103	T 47	210	5,30	11,02	11,02			
	T 128	664	16,74					
J104	T 119	255	6,43	8,28	8,28			
	T 120	215	5,42					
	T 38	187	4,72					
J105	T 38	187	4,72	9,03	9,03			
J106	T 102	213	5,37	9,03	9,03			
	T 39	503	12,68					
J107	T 81	91	2,29	15,92	15,92			
	T 71	1172	29,55					
J108	T 73	148	3,73	2,90	2,90			
	T 94	20	0,50					
	T 95	20	0,50					
	T 72	42	1,06					
J109	T 144	1546	38,99	21,07	21,07			
	T 76	125	3,15					
J110	T 85	295	7,44	4,00	4,00			
	T 86	15	0,38					
	T 83	14	0,18					
J111	T 86	212	3,40	22,17	22,17			
	T 128	664	16,74					
	T 88	596	15,03					
J112	T 89	363	9,15	3,61	3,61			
	T 91	80	2,02					
	T 131	206	5,19					

- **Calcul des débits donnés par chaque réservoir (cas de pointe)**

1. **Le débit donné par le réservoir R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>**

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

$$\sum Q_{ni} = 1485.73 \text{ l/s}$$

Le volume total des 8 réservoirs est égal 37000 m<sup>3</sup>, et le volume du réservoir (R<sub>1</sub>) égal 10000m<sup>3</sup>

Nous déduisons que les débits Q<sub>R2</sub> et Q<sub>R1</sub> qui seront égal :

$$Q_{R2} = Q_{R1} = (10000 \cdot 1485.73) / 37000 = 401.55 \text{ l/s} \quad \text{Donc:} \quad Q_{R2} = Q_{R1} = 401.55 \text{ l/s.}$$

2. **Le débit donné par les réservoirs R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>**

De la même façon on calcul le débit donné par les réservoirs R<sub>2</sub> et R<sub>1</sub> :

$$Q_R = Q_{R3} + Q_{R4} = (2 \cdot 4000 \cdot 1485.73) / 37000 = 321.24 \text{ l/s}$$

3. **Le débit donné par les réservoirs R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>**

$$Q_{R'} = Q_{R5} + Q_{R6} = (2 \cdot 2000 \cdot 1485.73) / 37000 = 160.62 \text{ l/s}$$

4. **Le débit donné par le réservoir R<sub>7</sub>**

$$Q_{R7} = (2000 \cdot 1485.73) / 37000 = 80.31 \text{ l/s}$$

5. **Le débit donné par le réservoir R<sub>8</sub>**

$$Q_{R8} = (3000 \cdot 1485.73) / 37000 = 120.46 \text{ l/s}$$

### b. Cas de pointe + Incendie

Pour ce cas, nous avons considéré que l'incendie aura lieu au nœud **J92**.

- **Calcul des débits donnés par chaque réservoir pour le cas de (Pointe + Incendie)**

Pour notre calcul nous avons considéré que le débit d'incendie est donné par les deux réservoirs R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> :

Donc:

$$Q_{R2} = Q_{R1} = 401.55 \text{ l/s}$$

$$Q_R = Q_{R3} + Q_{R4} = 321.24 \text{ l/s}$$

$$Q_{R'} = Q_{R5} + Q_{R6} = 177.62 \text{ l/s}$$

$$Q_{R7} = 80.31 \text{ l/s}$$

$$Q_{R8} = 120.46 \text{ l/s}$$

Les tableaux suivants donnent le calcul des débits de chaque tronçon (cas de pointe + incendie):

**Tableau VI.2** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040(cas de pointe+incendie).

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J1	T 137	906	0,02521753	22,85	14,92		14,92
	T 138	277		6,99			
J2	T 109	407		10,26	29,19		29,19
	T 143	938		23,65			
	T 74	315		7,94			
	T 110	655		16,52			
J3	T 70	1125		28,37	48,13		48,13
	T 143	938		23,65			
	T 97	1754		44,23			
J4	T 49	290		7,31	7,51		7,51
	T 129	306		7,72			
J5	T 86	15		0,38	2,32		2,32
	T 33	154		3,88			
	T 13	15		0,38			
J6	T 13	15		0,38	0,19		0,19
J7	T 116	207		5,22	13,87		13,87
	T 115	455		11,47			
	T 125	438		11,05			
J8	T 60	419		10,57	14,06		14,06
	T 44	226		5,70			
	T 113	470		11,85			
J9	T 14	20		0,50	4,01		4,01
	T 90	100		2,52			
	T 43	198		4,99			
J10	T 30	133		3,35	2,00		2,00
	T 15	13		0,33			
	T 140	13		0,33			
J11	T 15	13		0,33	0,16		0,16
J12	T 62	491		12,38	18,19		18,19
	T 68	702		17,70			
	T 93	30		0,76			
	T 92	220		5,55			
J13	T 22	30		0,76	3,95		3,95
	T 16	30	0,76				
	T 92	220	5,55				
	T 18	33	0,83				
J14	T 17	30	0,76	11,13	11,13		
	T 133	284	7,16				
	T 132	569	14,35				
J15	T17	30	0,76	0,38	0,38		
J16	T 18	33	0,83	5,62	5,62		
	T 61	413	10,41				
J17	T 121	437	11,02	8,73	8,73		
	T 19	34	0,86				
	T 122	221	5,57				
J18	T 25	277	6,99	10,92	10,92		
	T 42	589	14,85				
J19	T 146	540	13,62	7,40	7,40		
	T 20	47	1,19				
J20	T 20	47	1,19	13,54	13,54		
	T 78	345	8,70				
	T 77	321	8,09				
	T 55	361	9,10				

**Tableau VI.2** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	Q <sub>sp</sub> (l/s.ml)	Q <sub>r</sub> (l/s)	0.5ΣQ <sub>r</sub> (l/s)	Q <sub>cons</sub> (l/s)	Q <sub>tot</sub> (l/s)
J21	T 104	990	0,0252175	24,97	14,80		14,80
	T 72	42		1,06			
	T 100	142		3,58			
J22	T 130	574		14,47	11,10		11,10
	T 129	306		7,72			
J23	T 124	615		15,51	10,54		10,54
	T 122	221		5,57			
J24	T 145	495		12,48	21,02		21,02
	T 53	341		8,60			
	T 126	831		20,96			
J25	T 123	298		7,51	7,83		7,83
	T 118	166		4,19			
	T 117	157		3,96			
J26	T 58	375		9,46	12,99		12,99
	T 110	655		16,52			
J27	T 123	298		7,51	13,45		13,45
	T 33	154		3,88			
	T 124	615		15,51			
J28	T 82	57		1,44	1,87		1,87
	T 81	91		2,29			
J29	T 82	57		1,44	0,72		0,72
J30	T 27	117		2,95	6,67		6,67
	T 119	255		6,43			
	T 117	157		3,96			
J31	T 116	207		5,22	5,18		5,18
	T 123	87		2,19			
	T 27	117		2,95			
J32	T 118	166		4,19	10,31		10,31
	T 120	215		5,42			
	T 121	437		11,02			
J33	T 113	470		11,85	14,41		14,41
	T 69	673		16,97			
J34	T 49	290		7,31	5,93		5,93
	T 91	80	2,02				
	T 90	100	2,52				
J35	T 68	702	17,70	17,92	17,92		
	T 21	17	0,43				
	T 59	702	17,70				
J36	T 61	413	10,41	24,91	24,91		
	T 21	17	0,43				
	T 144	1546	38,99				
J37	T 138	277	6,99	8,67	8,67		
	T 139	411	10,36				
J38	T 34	183	4,61	10,07	10,07		
	T 114	245	6,18				
	T 56	371	9,36				
J39	T 78	345	8,70	11,40	11,40		
	T 114	245	6,18				
	T 50	314	7,92				
J40	T 1	70	1,77	7,07	7,07		
	T 62	491	12,38				
J41	T 108	563	14,20	10,82	10,82		
	T 26	113	2,85				
	T 147	182	4,59				
J42	T 8	143	3,61	4,35	4,35		
	T 2	77	1,94				
	T 29	125	3,15				
J43	T 2	77	1,94	7,69	7,69		
	T 9	533	13,44				

**Tableau VI.2** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$	
J44	T 112	623	0,02521753	15,71	14,69		14,69	
	T 75	77		1,94				
	T 29	125		3,15				
	T 6	340		8,57				
J45	T 142	544		13,72	10,21		10,21	
	T 141	84		2,12				
	T 147	182		4,59				
J46	T 3	230		5,80	15,91		15,91	
	T 142	544		13,72				
	T 80	488		12,31				
J47	T 23	87		2,19	1,10		1,10	
J48	T 135	263		6,63	18,74		18,74	
	T 134	829		20,91				
	T 127	394		9,94				
J49	T 40	318		8,02	5,23		5,23	
	T 140	13		0,33				
	T 141	84		2,12				
J50	T 139	411		10,36	9,19		9,19	
	T 40	318		8,02				
J51	T 96	1113		28,07	21,89		21,89	
	T 112	623		15,71				
J 52	T 25	277		6,99	3,49		3,49	
J 53	T 46	306		7,72	9,18		9,18	
	T 26	113		2,85				
	T 98	309		7,79				
J 54	T 51	316		7,97	9,72		105,27	114,99
	T 115	455		11,47				
J 55	T 109	407		10,26	9,28		9,28	
	T 52	329		8,30				
J56	T 97	1754		44,23	33,44		33,44	
	T 66	589		14,85				
	T 98	309		7,79				
J57	T 65	541		13,64	15,40		15,40	
	T 130	547		13,79				
	T 30	133		3,35				
J 58	T 108	563		14,20	17,40		17,40	
	T 80	488		12,31				
	T 52	329		8,30				
J 59	T 73	148		3,73	1,87		1,87	
J60	T 11	734		18,51	18,77		18,77	
	T 32	167	4,21					
	T 37	588	14,83					
J61	T 57	375	9,46	6,83	6,83			
	T32	167	4,21					
J62	T 62	345	12,51	14,15	14,15			
	T 135	263	6,63					
	T 89	363	9,15					
J63	T 44	226	5,70	7,44	7,44			
	T 35	181	4,56					
	T 34	183	4,61					
J64	T 35	181	4,56	10,29	10,29			
	T 64	635	16,01					
J65	T 50	314	7,92	8,98	8,98			
	T 41	211	5,32					
	T 36	187	4,72					
J66	T 36	187	4,72	10,64	10,64			
	T 53	341	8,60					
	T51	316	7,97					

**Tableau VI.2** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sp}(l/s.ml)$	$Q_r (l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J67	T 105	428	0,02521753	10,79	22,01		22,01
	T 106	730		18,41			
	T 37	588		14,83			
J68	T 42	589		14,85	7,43		7,43
J69	T 88	596		15,03	22,15		22,15
	T 132	569		14,35			
	T 43	198		4,99			
	T 127	394		9,94			
J70	T 45	228		5,75	10,06		10,06
	T 3	230		5,80			
	T 6	340		8,57			
J71	T 111	404		10,19	11,94		11,94
	T 45	228		5,75			
	T 74	315		7,94			
J72	T 9	533		13,44	24,66		24,66
	T 4	235		5,93			
	T 136	282		7,11			
	T 137	906		22,85			
J73	T 64	256		3,40	11,49		11,49
	T 4	235		5,93			
	T 65	541		13,64			
J74	T 46	306		7,72	13,34		13,34
	T 57	375		9,46			
	T 107	377		9,51			
J75	T 106	730		18,41	9,20		12,38
J76	T 126	831		6,35	19,72		19,72
	T 125	438		20,96			
	T 85	295		11,05			
J79	T 55	361		7,44	4,90		4,90
	T 79	11		9,10			
	T 12	17	0,28				
J80	T 134	829	0,43	14,12	14,12		
	T 133	284	20,91				
	T 83	14	7,16				
J81	T 76	125	0,18	15,82	15,82		
	T 146	540	3,15				
	T 5	590	13,62				
J82	T 5	590	14,88	9,24	9,24		
	T 8	143	14,88				
J83	T 64	635	3,61	9,75	9,75		
	T 28	138	16,01				
J84	T 66	589	3,48	17,58	17,58		
	T 107	377	14,85				
	T 105	428	9,51				
J85	T 58	375	10,79	10,79	10,79		
	T 75	77	9,46				
	T 111	404	1,94				
J86	T 59	702	10,19	31,26	31,26		
	T 96	1113	17,70				
	T 67	664	28,07				
J87	T 60	419	16,74	5,28	5,28		
J88	T 101	796	10,57	10,04	10,04		
J89	T 31	139	20,07	16,53	16,53		
	T 71	1172	3,51				

**Tableau VI.2** Calcul des débits nodaux du réseau projeté à 2040. (Suite et fin)

N° du nœud	Tronçon	Longueur (m)	$Q_{sn}(l/s.ml)$	$Q_r(l/s)$	$0.5\sum Q_r(l/s)$	$Q_{cons}(l/s)$	$Q_{tot}(l/s)$
J90	T 62	345	0,02521753	12,51	10,02	122,27	10,02
	T 12	17		0,43			
	T 136	282		7,11			
J91	T 67	664		16,74	22,56		22,56
	T 70	1125		28,37			
J92	T 10	808		-	-		
J93	T 11	734		18,51	21,74		21,74
	T 104	990		24,97			
J94	T 103	235		5,93	9,24		9,24
	T 54	498		12,56			
J95	T 39	503		12,68	18,17		18,17
	T 101	796		20,07			
	T 100	142		3,58			
J96	T 48	315		7,94	18,84		18,84
	T 145	495		12,48			
	T 69	673		16,97			
J97	T 79	11		0,28	5,25		5,25
	T 131	206		5,19			
J98	T 47	210		5,30	6,28		6,28
	T 54	498		12,56			
J99	T 24	102		2,57	1,29		1,29
J100	T 56	371		9,36	9,08		9,08
	T 28	138		3,48			
	T 41	211		5,32			
J101	T 77	321		8,09	9,77		9,77
	T 31	139		3,51			
	T 48	315		7,94			
J102	T 103	235		5,93	5,65		5,65
	T 102	213	5,37				
J103	T 47	210	5,30	11,02	11,02		
	T 128	664	16,74				
J104	T 119	255	6,43	8,28	8,28		
	T 120	215	5,42				
	T 38	187	4,72				
J105	T 38	187	4,72	9,03	9,03		
J106	T 102	213	5,37	9,03	9,03		
	T 39	503	12,68				
J107	T 81	91	2,29	15,92	15,92		
	T 71	1172	29,55				
J108	T 73	148	3,73	2,90	2,90		
	T 94	20	0,50				
	T 95	20	0,50				
	T 72	42	1,06				
J109	T 144	1546	38,99	21,07	21,07		
	T 76	125	3,15				
J110	T 85	295	7,44	4,00	4,00		
	T 86	15	0,38				
	T 83	14	0,18				
J111	T 86	212	3,40	22,17	22,17		
	T 128	664	16,74				
	T 88	596	15,03				
J112	T 89	363	9,15	3,61	3,61		
	T 91	80	2,02				
	T 131	206	5,19				

#### **VI.4. Résultat de la simulation**

Voir les figures et les tableaux représentés dans les annexes (Annexe VI.1, VI.2, VI.3, VI.4, VI.5, VI.6) pour les deux cas : Cas de pointe et Cas de pointe + incendie.

Après la projection d'un autre réseau de distribution nous remarquons que nous avons des pressions acceptables (1-6) bars dans la majorité des nœuds du réseau, donc la répartition des pressions est bonne.

Pour la simulation sur les conduites nous avons remarqués que **67%** des vitesses sont entre 0.5 m/s et 1.5 m/s, la chose qui confirme le bon écoulement de l'eau dans les conduites et éviter leurs entartrages. Des vitesses faibles ont été constatées (inférieures à 0,5 m/s) mais ça s'influe pas sur notre réseau de distribution.

#### **Conclusion**

La projection du réseau à l'horizon d'étude 2040 dans notre agglomération nous a permis de satisfaire les besoins des abonnés, du point de vue pression qui est comprise entre 10 à 60 m, et les vitesses qui sont généralement dans la fourchette 0,5 à 1,5 m/s, ces satisfactions vont permettre au réseau d'éviter les problèmes de dépression et surpression, ainsi que les phénomènes d'entartrage et le dépôt dans les conduites.

## CONCLUSION GENERALE

A travers cette étude menée sur le système d'alimentation en eau potable existant de la ville de Bordj Bou Arreridj, nous avons cité quelques anomalies existantes au niveau de réseau de distribution, l'adduction, des ouvrages de stockage et des sources.

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 remèdes contre ces insuffisances s'exige les recommandations suivantes :

- Rénovation du réseau de distribution de la ville de Bordj Bou Arreridj
- Projection d'un réservoir de capacité  $3000\text{m}^3$  à une cote de 1042,29m situe à AUN AZRIGA.
- Une nouvelle conduite d'adduction et son tracé vers le réservoir projeté de  $3000\text{m}^3$
- Intervenir sur les différents ouvrages et renforcer l'entretien du système d'AEP afin d'assurer la meilleure desserte en eau de notre agglomération au cours des années.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### I. Ouvrages généraux :

[1] **A. Dupont** :«Hydraulique urbaine, ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux Tome II, édition Eyrolles, Paris 1977.P113

[2] **F. VALIRON** «Gestion des eaux .Alimentation en eau, Assainissement», Cours de l'école nationale des ponts et des chaussées (1988).P57

[3] **Hugues GODART** Techniques d'ingénieur édition 2009 C5 195.P223

[4] **I.D.F.P SAUR** « Pose des canalisations» (2006).P77

[5] **Jacques BONNIN** «Hydraulique Urbaine », Editions Eyrolles, Paris ,1977.P32

### II. Supports pédagogiques :

[6] **ADBERAHIM SAKINE ADBERAHIM** «Mémoire de fin d'étude du réseau d'alimentation en potable de commune de Ain Romana wilaya de Blida », E.N.S.H, 2008. P 18

[7] **BOULALI ABDELAZIZ**<Renforcement de l'Alimentation en eau potable de la ville d'AIN ROMANA par les eaux des sources MALAKHAL et YESMET Daïra de Mouzaia W. Blida >, E.N.S.H, 2010.P 24

[8] **LABENI SAMIR** Mémoire de fin d'étude d'AEP ; Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ahmer El Ain (W. Tipaza). ENSH 2010.P 55

[9] **M. BOUSLIMI** Alimentation en eau potable, octobre 2004.P 12

[10] Mémoire de fin d'étude présenté par **Mr : BELKADI MAAMAR**, Intitulé étude d'adduction pour l'alimentation en eau potable de la ville de Tipaza. Promotion 2004/2005.P 56

[11] **RECHERCHE SUR INTERNET**

### III. Sitographie :

<http://www.ing.dz>

<http://www.pdf data base.com>

<http://www.ramus-industrie.com>

## ANNEXES



## Annexe II.1

**Tableau Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants**

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001à 50000	50001à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	1.00	1.5	03	3.35	0.75
1-2	1.00	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1.00	1.5	2.5	3.3	01
3-4	1.00	1.5	2.6	3.2	01
4-5	2.00	2.5	3.5	3.25	03
5-6	3.00	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5.00	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.50	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.50	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.50	6.25	5.6	5.05	3.5
10-11	4.50	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.50	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	7.00	5.00	4.4	4.6	8.5
13-14	7.00	5.00	4.1	4.55	06
14-15	5.50	5.50	4.2	4.75	05
15-16	4.50	6.00	4.4	4.7	05
16-17	5.00	6.00	4.3	4.65	3.5
17-18	6.50	5.50	4.1	4.35	3.5
18-19	6.50	5.00	4.5	4.4	06
19-20	5.00	4.50	4.5	4.3	06
20-21	4.50	4.00	4.5	4.3	06
21-22	3.00	3.00	4.8	4.2	03
22-23	2.00	2.00	4.6	3.75	02
23-24	1,00	1.50	3.3	3.7	01

### ANNEXE III.1 Cas de pointe

**Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds**

Nœud	Elévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J1	916	957,19	41,1
J2	926,1	958,96	32,8
J3	944,32	960,29	15,9
J4	922,76	948,14	25,3
J5	918,49	944,82	26,3
J6	919	944,82	25,8
J7	909,11	942,18	33,0
J8	905,32	948,40	43,0
J9	924,1	946,43	22,3
J10	917,42	957,42	39,9
J11	918	957,42	39,3
J12	958	968,58	10,6
J13	954,12	963,92	9,8
J14	920,13	946,83	26,7
J15	920,45	946,83	26,3
J16	953,22	963,95	10,7
J17	896,98	943,26	46,2
J18	896,89	943,22	46,2
J19	909,46	957,50	47,9
J20	909,4	957,38	47,9
J21	941,09	945,04	3,9
J22	918,63	950,40	31,7
J23	902,28	943,40	41,0
J24	908,42	945,88	37,4
J25	908,57	943,78	35,1
J26	913,32	959,10	45,7
J27	915,03	944,39	29,3
J28	907,53	956,17	48,5
J29	904,32	956,17	51,7
J30	902,52	943,55	40,9
J31	903,79	943,03	39,2
J32	906,01	943,47	37,4
J33	898,93	948,48	49,4
J34	919,3	946,49	27,1
J35	918	965,52	47,4
J36	907,1	964,38	57,2
J37	918,5	957,35	38,8
J38	910,75	948,92	38,1
J39	914,16	951,17	36,9
J40	981	985,57	4,6
J41	928,55	958,13	29,5
J42	907,87	958,74	50,8
J43	909,54	958,51	48,9
J44	908,42	959,69	51,2
J45	921,29	957,87	36,5
J46	920,01	958,56	38,5
J47	901,08	943,03	41,9
J48	904,17	951,25	47,0
J49	919,14	957,46	38,2
J50	922,15	957,40	35,2
J51	913,53	962,78	49,1
J52	896,7	943,21	46,4
J53	934,8	958,30	23,4
J54	898,81	937,49	38,6
J55	925,55	958,46	32,8
J56	942,36	959,21	16,8
J57	915,11	956,35	41,2
J58	931,72	958,31	26,5

**Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds (Suite et fin)**

Nœud	Élévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J59	943,66	945,04	1,4
J60	923,21	952,58	29,3
J61	928,2	953,76	25,5
J62	908,51	951,32	42,7
J63	907,98	948,40	40,3
J64	906,78	948,11	41,2
J65	908,91	947,67	38,7
J66	902,51	945,46	42,9
J67	930,03	953,22	23,1
J68	898,62	943,13	44,4
J69	917,89	947,21	29,3
J70	913,12	958,97	45,8
J71	916,63	958,97	42,3
J72	919,11	957,00	37,8
J73	914,21	954,53	40,2
J74	921,94	957,05	35,0
J75	944,56	947,09	2,5
J76	918,14	944,88	26,7
J79	917,24	935,16	39,8
J80	919,32	921,43	25,6
J81	897,27	957,08	61,5
J82	907	944,94	51,7
J83	902,87	958,91	44,7
J84	935,43	958,77	21,6
J85	906,93	947,71	52,5
J86	918	957,06	46,6
J87	888,32	959,56	59,9
J88	928,33	964,65	16,7
J89	914,64	948,39	41,6
J90	918,91	945,03	38,1
J91	923,86	956,37	37,1
J92	888,1	957,07	28,1
J93	928,82	961,03	16,5
J94	911,6	916,24	33,4
J95	938,32	945,38	6,7
J96	917,43	945,02	31,0
J97	917,06	945,04	32,0
J98	911,9	948,52	33,0
J99	912,93	949,16	49,7
J100	907,05	944,97	40,6
J101	914,12	962,77	42,2
J102	918,71	947,71	26,3
J103	925,7	956,44	24,1
J104	906,29	945,03	37,0
J105	907,81	949,86	35,5
J106	934,18	943,37	10,8
J107	908,56	943,34	47,5
J108	942,23	945,03	2,8
J109	897,55	956,18	61,6
J110	919,25	945,04	25,6
J111	908	959,30	44,6
J112	922,6	944,88	23,9

## ANNEXE III.2 Cas de pointe

**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T1	R-4	J40	70,00	900,0	ACIER	4 726,47	7,43
T2	J42	J43	77,00	400,0	ACIER	140,85	1,12
T3	J46	J70	230,00	300,0	ACIER	-50,85	0,72
T4	J72	J73	235,00	400,0	ACIER	265,99	2,12
T5	J81	J82	590,00	400,0	ACIER	36,95	0,29
T6	J70	J44	340,00	300,0	ACIER	-54,71	0,77
T7	J54	J77	363,00	300,0	ACIER	114,48	1,62
T8	J82	J42	143,00	400,0	ACIER	34,32	0,27
T9	J43	J72	533,00	400,0	ACIER	138,66	1,10
T10	J78	J92	808,00	300,0	ACIER	114,48	1,62
T11	J60	J93	734,00	150,0	ACIER	19,40	1,10
T12	J79	J90	17,00	600,0	AMC	152,26	0,54
T13	J5	J6	15,00	300,0	ACIER	0,05	0,00
T14	T-1	J9	20,00	300,0	AMC	-220,21	3,12
T15	J10	J11	13,00	250,0	ACIER	0,05	0,00
T16	J13	R-2	30,00	600,0	ACIER	891,13	3,15
T17	J14	J15	30,00	400,0	ACIER	0,11	0,00
T18	J16	J13	33,00	600,0	ACIER	231,22	0,82
T19	J17	J18	34,00	150,0	ACIER	6,21	0,35
T20	J19	J20	47,00	600,0	ACIER	382,49	1,35
T21	R-1	J13	30,00	600,0	ACIER	-891,13	3,15
T22	J31	J47	87,00	150,0	ACIER	0,31	0,02
T23	J51	J99	102,00	125,0	ACIER	0,37	0,03
T24	J52	J18	277,00	150,0	ACIER	-0,99	0,06
T25	J53	J41	113,00	300,0	ACIER	46,40	0,66
T26	J31	J30	117,00	250,0	ACIER	-54,80	1,12
T27	J100	J83	138,00	200,0	ACIER	-2,29	0,07
T28	J44	J42	125,00	300,0	ACIER	107,77	1,52
T29	J57	J10	133,00	250,0	ACIER	-68,08	1,39
T30	J101	J89	139,00	200,0	ACIER	9,97	0,32
T31	J60	J61	167,00	150,0	ACIER	-16,37	0,93
T32	J27	J5	154,00	300,0	ACIER	-80,42	1,14
T33	J38	J63	183,00	150,0	AMC	10,44	0,59
T34	J63	J64	181,00	150,0	ACIER	7,99	0,45
T35	J65	J66	187,00	250,0	ACIER	85,98	1,75
T36	J60	J67	588,00	160,0	ACIER	-8,37	0,42
T37	J104	J105	187,00	100,0	AMC	0,67	0,09
T38	J95	J106	503,00	400,0	ACIER	8,60	0,07
T39	J50	J49	318,00	300,0	ACIER	-15,50	0,22
T40	J65	J100	211,00	200,0	ACIER	-5,72	0,18
T41	J18	J68	589,00	150,0	ACIER	2,11	0,12
T42	J9	J69	198,00	400,0	ACIER	-187,34	1,49
T43	J63	J8	226,00	150,0	AMC	0,33	0,02
T44	J70	J71	228,00	300,0	ACIER	1,00	0,01
T45	J74	J53	306,00	160,0	ACIER	-17,35	0,86
T46	J103	J97	210,00	200,0	AMC	23,60	0,75
T47	J96	J101	315,00	100,0	ACIER	-14,26	1,82
T48	J4	J34	290,00	150,0	AMC	14,61	0,83
T49	J39	J65	314,00	250,0	ACIER	82,82	1,69
T50	J66	J54	316,00	250,0	ACIER	130,12	2,65
T51	J55	J58	329,00	150,0	ACIER	3,92	0,22
T52	J24	J66	341,00	300,0	ACIER	47,17	0,67
T53	J98	J94	498,00	150,0	ACIER	-1,79	0,10
T54	J20	J79	361,00	600,0	ACIER	246,24	0,87
T55	J100	J38	371,00	110,0	AMC	-6,01	0,63
T56	J61	J74	375,00	150,0	PVC	-18,32	1,04
T57	J26	J85	375,00	150,0	ACIER	-6,53	0,37

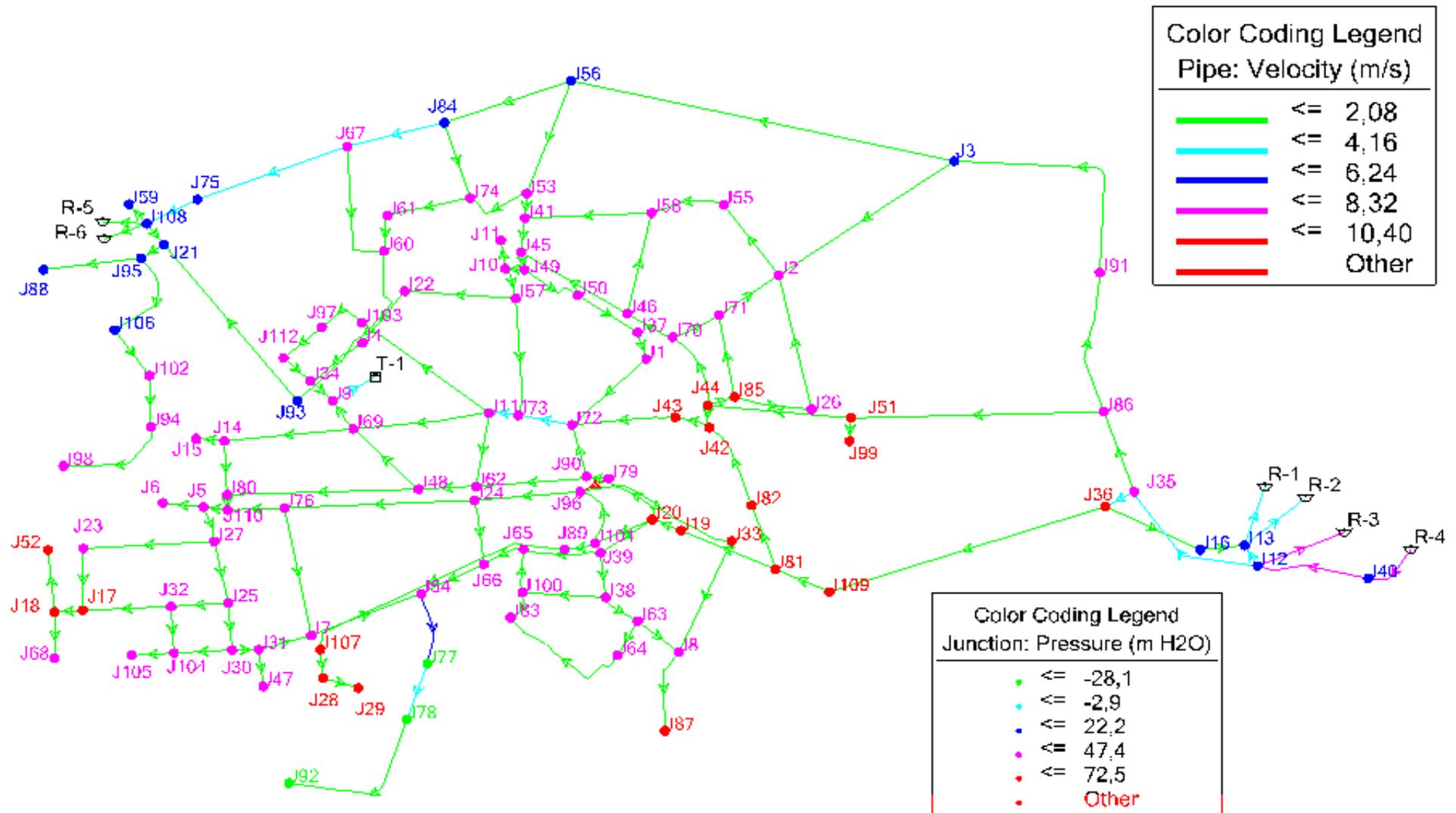
**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T58	J35	J86	702,00	900,0	ACIER	753,46	1,18
T59	J8	J87	419,00	200,0	ACIER	1,50	0,05
T60	J16	J36	413,00	600,0	ACIER	-232,82	0,82
T61	J40	J12	491,00	900,0	ACIER	4 724,46	7,43
T62	J90	J62	496,00	150,0	ACIER	21,22	1,20
T63	J64	J83	635,00	150,0	ACIER	5,06	0,29
T64	J73	J57	541,00	250,0	ACIER	-43,79	0,89
T65	J84	J56	589,00	600,0	ACIER	-451,27	1,60
T66	J86	J91	664,00	600,0	ACIER	554,54	1,96
T67	J12	J35	702,00	900,0	ACIER	1 430,52	2,25
T68	J33	J96	673,00	300,0	ACIER	-9,27	0,13
T69	J3	J91	1 125,00	900,0	ACIER	-548,12	0,86
T70	J89	J107	1 172,00	200,0	ACIER	5,26	0,17
T71	J21	J108	42,00	500,0	PVC	-7,63	0,04
T72	J108	J59	148,00	200,0	ACIER	0,53	0,02
T73	J2	J71	315,00	250,0	ACIER	-4,77	0,10
T74	J44	J85	77,00	200,0	ACIER	16,76	0,53
T75	J109	J81	125,00	600,0	ACIER	426,06	1,51
T76	J20	J101	321,00	200,0	ACIER	27,01	0,86
T77	J20	J39	345,00	250,0	PVC	105,39	2,15
T78	J96	J79	11,00	100,0	ACIER	-92,58	11,79
T79	J58	J46	488,00	150,0	AMC	-4,11	0,23
T80	J28	J107	91,00	110,0	ACIER	-0,73	0,08
T81	J28	J29	57,00	110,0	PVC	0,20	0,02
T82	J77	J78	261,00	200,0	PVC	114,48	3,64
T83	J80	J110	7,00	250,0	ACIER	84,36	1,72
T84	J110	J76	295,00	300,0	ACIER	2,09	0,03
T85	J110	J5	15,00	300,0	ACIER	81,13	1,15
T86	J73	J111	135,00	400,0	ACIER	306,51	2,44
T87	J111	J69	596,00	400,0	ACIER	247,81	1,97
T88	J62	J111	363,00	200,0	ACIER	-25,65	0,82
T89	J34	J9	100,00	300,0	ACIER	34,01	0,48
T90	J34	J112	80,00	300,0	AMC	-21,08	0,30
T91	J12	R-3	30,00	600,0	AMC	1 736,59	6,14
T92	R-5	J108	20,00	500,0	ACIER	-206,73	1,05
T93	J108	R-6	20,00	500,0	ACIER	206,73	1,05
T94	J86	J51	1 113,00	500,0	ACIER	190,02	0,97
T95	J3	J56	1 754,00	900,0	ACIER	527,15	0,83
T96	J53	J56	309,00	300,0	ACIER	-66,36	0,94
T98	J21	J95	142,00	500,0	ACIER	16,63	0,08
T99	J95	J88	796,00	300,0	ACIER	2,86	0,04
T100	J106	J102	213,00	400,0	ACIER	6,03	0,05
T101	J102	J94	235,00	300,0	ACIER	4,42	0,06
T102	J93	J21	990,00	250,0	ACIER	13,21	0,27
T103	J84	J67	428,00	500,0	ACIER	441,50	2,25
T104	J67	J75	730,00	500,0	ACIER	426,86	2,17
T105	J74	J84	377,00	300,0	ACIER	-4,77	0,07
T106	J58	J41	563,00	150,0	ACIER	3,08	0,17
T107	J2	J55	407,00	150,0	ACIER	6,56	0,37
T108	J26	J2	655,00	150,0	ACIER	2,83	0,16
T109	J85	J71	404,00	150,0	ACIER	7,17	0,41
T110	J51	J44	623,00	400,0	ACIER	183,42	1,46
T111	J8	J33	470,00	200,0	ACIER	-5,17	0,16
T112	J39	J38	245,00	150,0	ACIER	19,32	1,09

**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite et fin)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T113	J7	J54	470	200	ACIER	84,61	1,72
T114	J31	J7	245	150	ACIER	53,01	1,08
T115	J25	J30	455	250	ACIER	58,26	0,82
T116	J25	J32	207	250	ACIER	8,25	0,47
T117	J30	J104	157	300	AMC	1,56	0,20
T118	J32	J104	166	150	ACIER	1,47	0,19
T119	J17	J32	255	100	ACIER	-3,84	0,22
T120	J17	J23	215	100	ACIER	-4,85	0,27
T121	J27	J25	437	150	ACIER	68,74	0,97
T122	J27	J23	221	150	ACIER	7,85	0,44
T123	J76	J7	298	300	AMC	35,55	1,13
T124	J76	J24	615	150	ACIER	-39,07	0,55
T125	J69	J48	438	200	ACIER	-19,64	1,11
T126	J103	J111	831	300	ACIER	-26,74	0,85
T127	J4	J22	394	150	ACIER	-16,75	0,95
T128	J22	J57	664	200	ACIER	-19,91	1,13
T129	J112	J97	306	150	ACIER	-22,11	1,25
T130	J69	J14	574	150	ACIER	73,79	0,59
T131	J14	J80	206	150	ACIER	70,51	1,44
T132	J48	J80	569	400	ACIER	17,87	1,01
T133	J48	J62	284	250	ACIER	-42,84	0,34
T134	J90	J72	829	150	ACIER	128,19	0,45
T135	J72	J1	263	400	ACIER	-6,16	0,20
T136	J1	J37	282	600	AMC	-10,41	0,33
T137	J37	J50	906	200	ACIER	-12,88	0,18
T138	J10	J49	277	200	ACIER	-68,70	0,97
T139	J49	J45	411	300	ACIER	-85,70	1,21
T140	J46	J45	13	300	ACIER	42,20	0,60
T141	J2	J3	84	300	ACIER	-7,27	0,41
T142	J36	J109	544	300	ACIER	432,06	1,53
T143	J24	J96	938	150	ACIER	-92,21	1,30
T144	J81	J19	1546	600	ACIER	384,60	1,36
T145	J45	J41	495	300	ACIER	-46,40	0,66

**ANNEXE III.3 Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe**



### ANNEXE III.4 Cas de pointe+incendie

**Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds**

Nœud	Elévation (m)	Débit (L/s)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J1	916	5,01	955,9	41,0
J2	926,1	9,8	958,82	32,7
J3	944,32	16,15	959,95	15,9
J4	922,76	2,52	947,7	25,3
J5	918,49	0,78	946,07	25,4
J6	919	0,06	946,07	24,9
J7	909,11	4,65	944,48	31,7
J8	905,32	4,72	949,36	42,3
J9	924,1	1,35	946,46	22,2
J10	917,42	0,67	957,24	39,8
J11	918	0,06	957,24	39,3
J12	958	6,11	968,94	10,6
J13	954,12	1,32	963,81	9,8
J14	920,13	3,74	947,14	26,4
J15	920,45	0,13	947,14	26,1
J16	953,22	1,89	963,9	10,7
J17	896,98	2,93	944,44	45,2
J18	896,89	3,66	944,39	45,3
J19	909,46	2,48	957,65	47,8
J20	909,4	4,54	957,53	47,7
J21	941,09	4,97	945,04	3,9
J22	918,63	6,33	949,49	31,6
J23	902,28	3,54	944,59	40,1
J24	908,42	7,05	947,37	36,5
J25	908,57	2,63	945,3	34,2
J26	913,32	4,36	958,95	45,6
J27	915,03	4,51	945,73	28,4
J28	907,53	0,63	956,11	48,4
J29	904,32	0,24	956,11	51,6
J30	902,52	2,24	945,16	39,9
J31	903,79	1,74	944,9	38,1
J32	906,01	3,46	944,84	36,4
J33	898,93	4,84	949,47	48,7
J34	919,3	1,99	946,52	27,1
J35	918	6,01	965,17	47,4
J36	907,1	8,36	964,97	57,1
J37	918,5	2,91	957,21	38,7
J38	910,75	3,38	949,85	37,4
J39	914,16	3,82	951,97	36,4
J40	981	2,37	985,62	4,6
J41	928,55	3,63	957,88	29,5
J42	907,87	1,46	958,83	50,7
J43	909,54	2,58	958,61	48,8
J44	908,42	4,93	959,61	51,1
J45	921,29	3,43	957,66	36,4
J46	920,01	5,34	958,38	38,4
J47	901,08	0,37	944,9	40,8
J48	904,17	6,29	951,32	46,8
J49	919,14	1,76	957,28	38,2
J50	922,15	3,08	957,24	35,1
J51	913,53	7,35	962,52	49,1
J52	896,7	1,17	944,38	45,5
J53	934,8	3,08	958,03	23,4
J54	898,81	35,78	942,11	36,3
J55	925,55	3,11	958,22	32,8
J56	942,36	11,22	958,88	16,8
J57	915,11	5,17	956,19	41,1
J58	931,72	5,84	958,05	26,5

**Tableau de résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des pressions aux nœuds (Suite et fin)**

Nœud	Elévation (m)	Débit (L/s)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J59	943,66	0,63	945,04	1,4
J60	923,21	6,3	952,25	29,3
J61	928,2	2,34	953,39	25,5
J62	908,51	4,85	951,4	42,5
J63	907,98	2,55	949,36	39,6
J64	906,78	3,52	949,13	40,5
J65	908,91	3,07	948,92	37,8
J66	902,51	4,21	947,18	41,8
J67	930,03	7,55	952,99	23,1
J68	898,62	2,55	944,27	43,5
J69	917,89	7,59	947,35	29,2
J70	913,12	3,45	958,84	45,7
J71	916,63	4,09	958,84	42,2
J72	919,11	8,45	957,12	37,7
J73	914,21	3,94	954,59	40,1
J74	921,94	4,57	956,75	35,0
J75	944,56	4,24	947,05	2,5
J76	918,14	6,76	946,15	25,9
J79	917,24	1,68	957,21	39,6
J80	919,32	4,84	946,15	24,8
J81	897,27	5,42	959,09	61,4
J82	907	3,71	958,87	51,5
J83	902,87	3,34	948,93	43,9
J84	935,43	6,02	956,76	21,6
J85	906,93	3,7	959,46	52,4
J86	918	10,71	964,32	46,5
J87	888,32	1,81	949,35	59,2
J88	928,33	3,44	945,02	16,7
J89	914,64	5,66	956,39	41,5
J90	918,91	3,44	957,21	37,9
J91	923,86	7,73	960,69	37,1
J92	888,1	20,49	834,8	17,9
J93	928,82	7,45	945,31	16,5
J94	911,6	3,17	945,01	33,4
J95	938,32	6,23	945,03	6,7
J96	917,43	6,46	949,53	30,3
J97	917,06	1,8	949,11	32,0
J98	911,9	2,15	944,94	33,0
J99	912,93	0,44	962,52	49,7
J100	907,05	3,11	948,93	39,7
J101	914,12	3,35	956,48	42,0
J102	918,71	1,94	945,02	26,3
J103	925,7	3,77	949,8	24,0
J104	906,29	2,84	944,76	36,0
J105	907,81	0,81	944,73	34,5
J106	934,18	3,09	945,02	10,8
J107	908,56	5,46	956,12	47,3
J108	942,23	2,08	945,04	2,8
J109	897,55	7,22	959,51	61,5
J110	919,25	1,37	946,11	24,8
J111	908	7,58	952,72	44,4
J112	922,6	1,24	946,54	23,8

### ANNEXE III.5 Cas de pointe+incendie

**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T1	R-4	J40	70,00	900,0	ACIER	4 726,47	7,43
T2	J42	J43	77,00	400,0	ACIER	140,85	1,12
T3	J46	J70	230,00	300,0	ACIER	-50,85	0,72
T4	J72	J73	235,00	400,0	ACIER	265,99	2,12
T5	J81	J82	590,00	400,0	ACIER	36,95	0,29
T6	J70	J44	340,00	300,0	ACIER	-54,71	0,77
T7	J54	J77	363,00	300,0	ACIER	114,48	1,62
T8	J82	J42	143,00	400,0	ACIER	34,32	0,27
T9	J43	J72	533,00	400,0	ACIER	138,66	1,10
T10	J78	J92	808,00	300,0	ACIER	114,48	1,62
T11	J60	J93	734,00	150,0	ACIER	19,40	1,10
T12	J79	J90	17,00	600,0	AMC	152,26	0,54
T13	J5	J6	15,00	300,0	ACIER	0,05	0,00
T14	T-1	J9	20,00	300,0	AMC	-220,21	3,12
T15	J10	J11	13,00	250,0	ACIER	0,05	0,00
T16	J13	R-2	30,00	600,0	ACIER	891,13	3,15
T17	J14	J15	30,00	400,0	ACIER	0,11	0,00
T18	J16	J13	33,00	600,0	ACIER	231,22	0,82
T19	J17	J18	34,00	150,0	ACIER	6,21	0,35
T20	J19	J20	47,00	600,0	ACIER	382,49	1,35
T21	R-1	J13	30,00	600,0	ACIER	-891,13	3,15
T22	J31	J47	87,00	150,0	ACIER	0,31	0,02
T23	J51	J99	102,00	125,0	ACIER	0,37	0,03
T24	J52	J18	277,00	150,0	ACIER	-0,99	0,06
T25	J53	J41	113,00	300,0	ACIER	46,40	0,66
T26	J31	J30	117,00	250,0	ACIER	-54,80	1,12
T27	J100	J83	138,00	200,0	ACIER	-2,29	0,07
T28	J44	J42	125,00	300,0	ACIER	107,77	1,52
T29	J57	J10	133,00	250,0	ACIER	-68,08	1,39
T30	J101	J89	139,00	200,0	ACIER	9,97	0,32
T31	J60	J61	167,00	150,0	ACIER	-16,37	0,93
T32	J27	J5	154,00	300,0	ACIER	-80,42	1,14
T33	J38	J63	183,00	150,0	AMC	10,44	0,59
T34	J63	J64	181,00	150,0	ACIER	7,99	0,45
T35	J65	J66	187,00	250,0	ACIER	85,98	1,75
T36	J60	J67	588,00	160,0	ACIER	-8,37	0,42
T37	J104	J105	187,00	100,0	AMC	0,67	0,09
T38	J95	J106	503,00	400,0	ACIER	8,60	0,07
T39	J50	J49	318,00	300,0	ACIER	-15,50	0,22
T40	J65	J100	211,00	200,0	ACIER	-5,72	0,18
T41	J18	J68	589,00	150,0	ACIER	2,11	0,12
T42	J9	J69	198,00	400,0	ACIER	-187,34	1,49
T43	J63	J8	226,00	150,0	AMC	0,33	0,02
T44	J70	J71	228,00	300,0	ACIER	1,00	0,01
T45	J74	J53	306,00	160,0	ACIER	-17,35	0,86
T46	J103	J97	210,00	200,0	AMC	23,60	0,75
T47	J96	J101	315,00	100,0	ACIER	-14,26	1,82
T48	J4	J34	290,00	150,0	AMC	14,61	0,83
T49	J39	J65	314,00	250,0	ACIER	82,82	1,69
T50	J66	J54	316,00	250,0	ACIER	130,12	2,65
T51	J55	J58	329,00	150,0	ACIER	3,92	0,22
T52	J24	J66	341,00	300,0	ACIER	47,17	0,67
T53	J98	J94	498,00	150,0	ACIER	-1,79	0,10
T54	J20	J79	361,00	600,0	ACIER	246,24	0,87
T55	J100	J38	371,00	110,0	AMC	-6,01	0,63
T56	J61	J74	375,00	150,0	PVC	-18,32	1,04
T57	J26	J85	375,00	150,0	ACIER	-6,53	0,37

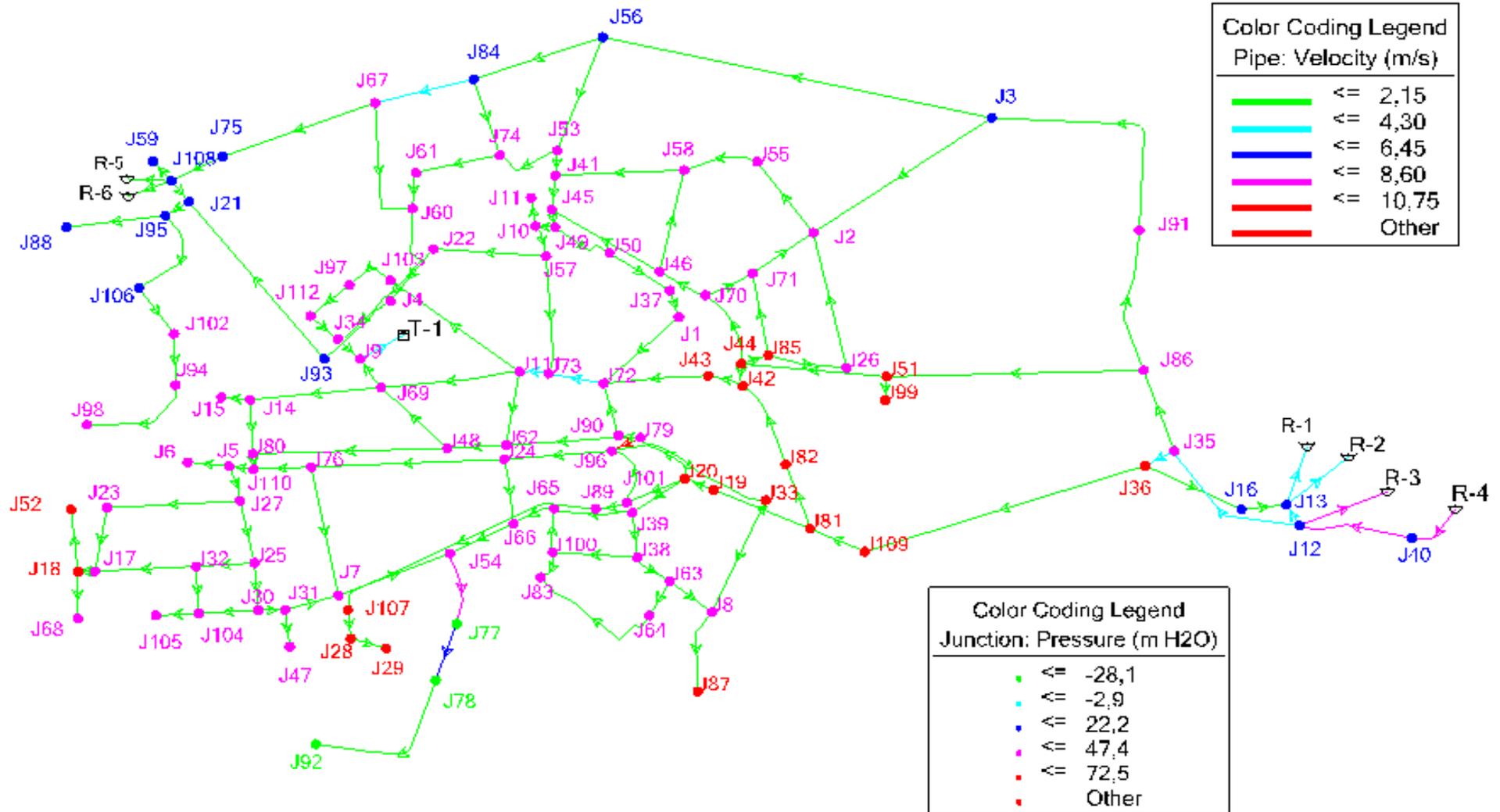
**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T58	J35	J86	702,00	900,0	ACIER	753,46	1,18
T59	J8	J87	419,00	200,0	ACIER	1,50	0,05
T60	J16	J36	413,00	600,0	ACIER	-232,82	0,82
T61	J40	J12	491,00	900,0	ACIER	4 724,46	7,43
T62	J90	J62	496,00	150,0	ACIER	21,22	1,20
T63	J64	J83	635,00	150,0	ACIER	5,06	0,29
T64	J73	J57	541,00	250,0	ACIER	-43,79	0,89
T65	J84	J56	589,00	600,0	ACIER	-451,27	1,60
T66	J86	J91	664,00	600,0	ACIER	554,54	1,96
T67	J12	J35	702,00	900,0	ACIER	1 430,52	2,25
T68	J33	J96	673,00	300,0	ACIER	-9,27	0,13
T69	J3	J91	1 125,00	900,0	ACIER	-548,12	0,86
T70	J89	J107	1 172,00	200,0	ACIER	5,26	0,17
T71	J21	J108	42,00	500,0	PVC	-7,63	0,04
T72	J108	J59	148,00	200,0	ACIER	0,53	0,02
T73	J2	J71	315,00	250,0	ACIER	-4,77	0,10
T74	J44	J85	77,00	200,0	ACIER	16,76	0,53
T75	J109	J81	125,00	600,0	ACIER	426,06	1,51
T76	J20	J101	321,00	200,0	ACIER	27,01	0,86
T77	J20	J39	345,00	250,0	PVC	105,39	2,15
T78	J96	J79	11,00	100,0	ACIER	-92,58	11,79
T79	J58	J46	488,00	150,0	AMC	-4,11	0,23
T80	J28	J107	91,00	110,0	ACIER	-0,73	0,08
T81	J28	J29	57,00	110,0	PVC	0,20	0,02
T82	J77	J78	261,00	200,0	PVC	114,48	3,64
T83	J80	J110	7,00	250,0	ACIER	84,36	1,72
T84	J110	J76	295,00	300,0	ACIER	2,09	0,03
T85	J110	J5	15,00	300,0	ACIER	81,13	1,15
T86	J73	J111	135,00	400,0	ACIER	306,51	2,44
T87	J111	J69	596,00	400,0	ACIER	247,81	1,97
T88	J62	J111	363,00	200,0	ACIER	-25,65	0,82
T89	J34	J9	100,00	300,0	ACIER	34,01	0,48
T90	J34	J112	80,00	300,0	AMC	-21,08	0,30
T91	J12	R-3	30,00	600,0	AMC	1 736,59	6,14
T92	R-5	J108	20,00	500,0	ACIER	-206,73	1,05
T93	J108	R-6	20,00	500,0	ACIER	206,73	1,05
T94	J86	J51	1 113,00	500,0	ACIER	190,02	0,97
T95	J3	J56	1 754,00	900,0	ACIER	527,15	0,83
T96	J53	J56	309,00	300,0	ACIER	-66,36	0,94
T98	J21	J95	142,00	500,0	ACIER	16,63	0,08
T99	J95	J88	796,00	300,0	ACIER	2,86	0,04
T100	J106	J102	213,00	400,0	ACIER	6,03	0,05
T101	J102	J94	235,00	300,0	ACIER	4,42	0,06
T102	J93	J21	990,00	250,0	ACIER	13,21	0,27
T103	J84	J67	428,00	500,0	ACIER	441,50	2,25
T104	J67	J75	730,00	500,0	ACIER	426,86	2,17
T105	J74	J84	377,00	300,0	ACIER	-4,77	0,07
T106	J58	J41	563,00	150,0	ACIER	3,08	0,17
T107	J2	J55	407,00	150,0	ACIER	6,56	0,37
T108	J26	J2	655,00	150,0	ACIER	2,83	0,16
T109	J85	J71	404,00	150,0	ACIER	7,17	0,41
T110	J51	J44	623,00	400,0	ACIER	183,42	1,46
T111	J8	J33	470,00	200,0	ACIER	-5,17	0,16
T112	J39	J38	245,00	150,0	ACIER	19,32	1,09

**Tableau : Résultat de simulation du réseau actuel (2012) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite et fin)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T113	J7	J54	470	200	ACIER	84,61	1,72
T114	J31	J7	245	150	ACIER	53,01	1,08
T115	J25	J30	455	250	ACIER	58,26	0,82
T116	J25	J32	207	250	ACIER	8,25	0,47
T117	J30	J104	157	300	AMC	1,56	0,20
T118	J32	J104	166	150	ACIER	1,47	0,19
T119	J17	J32	255	100	ACIER	-3,84	0,22
T120	J17	J23	215	100	ACIER	-4,85	0,27
T121	J27	J25	437	150	ACIER	68,74	0,97
T122	J27	J23	221	150	ACIER	7,85	0,44
T123	J76	J7	298	300	AMC	35,55	1,13
T124	J76	J24	615	150	ACIER	-39,07	0,55
T125	J69	J48	438	200	ACIER	-19,64	1,11
T126	J103	J111	831	300	ACIER	-26,74	0,85
T127	J4	J22	394	150	ACIER	-16,75	0,95
T128	J22	J57	664	200	ACIER	-19,91	1,13
T129	J112	J97	306	150	ACIER	-22,11	1,25
T130	J69	J14	574	150	ACIER	73,79	0,59
T131	J14	J80	206	150	ACIER	70,51	1,44
T132	J48	J80	569	400	ACIER	17,87	1,01
T133	J48	J62	284	250	ACIER	-42,84	0,34
T134	J90	J72	829	150	ACIER	128,19	0,45
T135	J72	J1	263	400	ACIER	-6,16	0,20
T136	J1	J37	282	600	AMC	-10,41	0,33
T137	J37	J50	906	200	ACIER	-12,88	0,18
T138	J10	J49	277	200	ACIER	-68,70	0,97
T139	J49	J45	411	300	ACIER	-85,70	1,21
T140	J46	J45	13	300	ACIER	42,20	0,60
T141	J2	J3	84	300	ACIER	-7,27	0,41
T142	J36	J109	544	300	ACIER	432,06	1,53
T143	J24	J96	938	150	ACIER	-92,21	1,30
T144	J81	J19	1546	600	ACIER	384,60	1,36
T145	J45	J41	495	300	ACIER	-46,40	0,66

ANNEXE III.6 Résultats de simulation du réseau existant (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe+incendie





# GROUPE K-PLAST

FABRICATION DE TUBES PVC et PE



UNITE TUBE

## GAMME DE PRIX

### TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)

Selon la Norme ISO 4427

#### TUBES PEHD : PN 06

	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
	Ø20	-			PE80
03	Ø25	-	36,28	42,45	PE80
06	Ø32	-	48,35	56,57	PE80
09	Ø40	2.0	64,6	75,58	PE80
12	Ø50	2.4	98,25	114,95	PE80
15	Ø63	3.0	180,25	187,49	PE80
18	Ø75	3.6	225,21	263,49	PE80
22	Ø90	4.3	296,03	346,35	PE100
25	Ø110	4.0	357,86	418,70	PE100
30	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
40	Ø160	5.8	770,85	901,89	PE100
44	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
60	Ø250	9.1	1 950,00	2 281,5	PE100
82	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6	PE100
99	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,06	PE100
125	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61	PE100
160	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53	PE100

#### TUBES PEHD : PN 10

Code	Diam .Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20		29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,91	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	135,26	158,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,69	245,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,50	351,59	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	660,13	772,35	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47	PE100
P3513038	Ø400	23.7	6 698,74	7 837,53	PE100
P3513049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	15 738,79	18 414,38	PE100

ANNEXE V.4

Adduction (D.A-RXx5000m<sup>3</sup> A.Z)

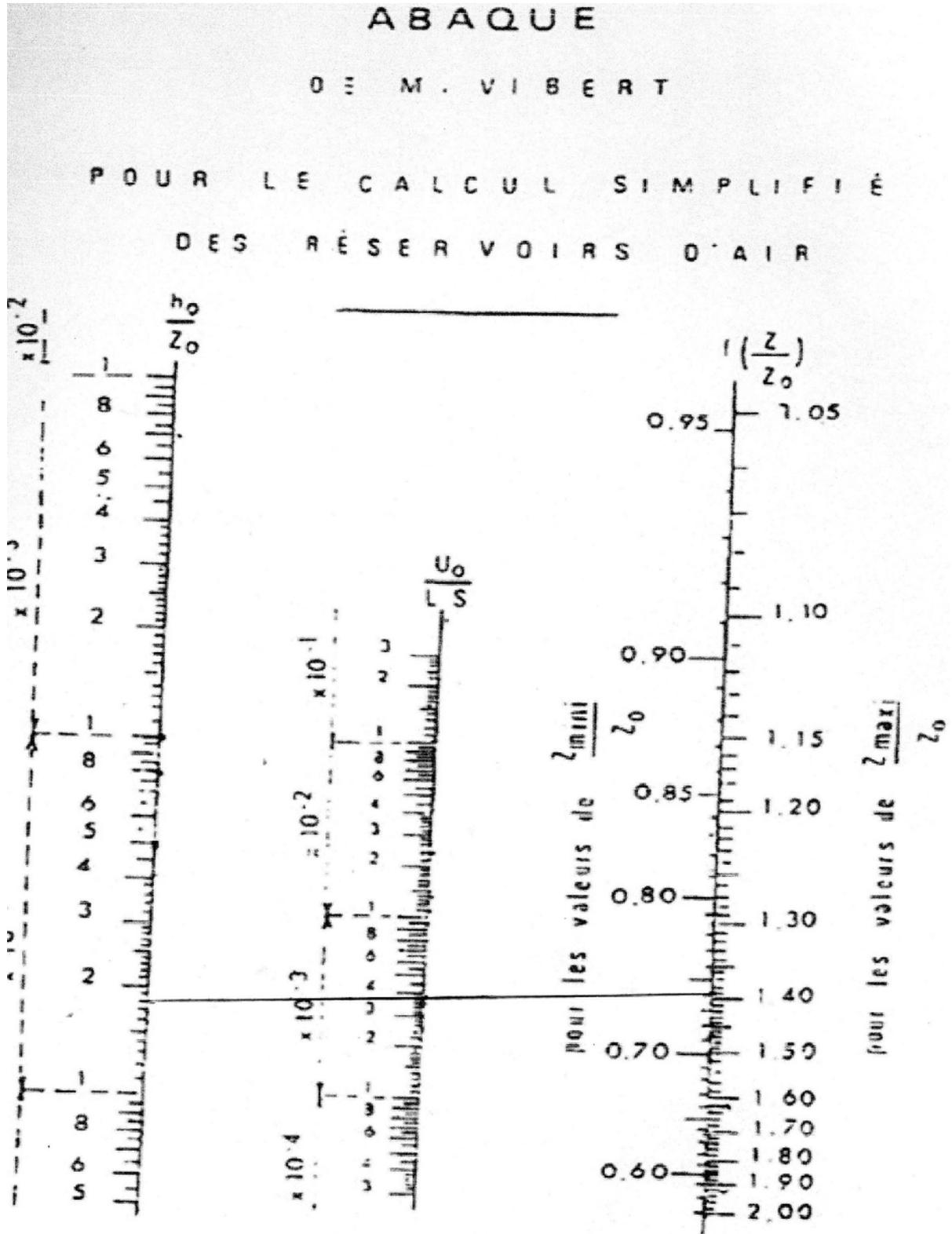


PLANCHE XXVII



Modena - Italy

COMPANY  
WITH QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001

### MEC-AZ 3/100D

#### Caractéristiques requises

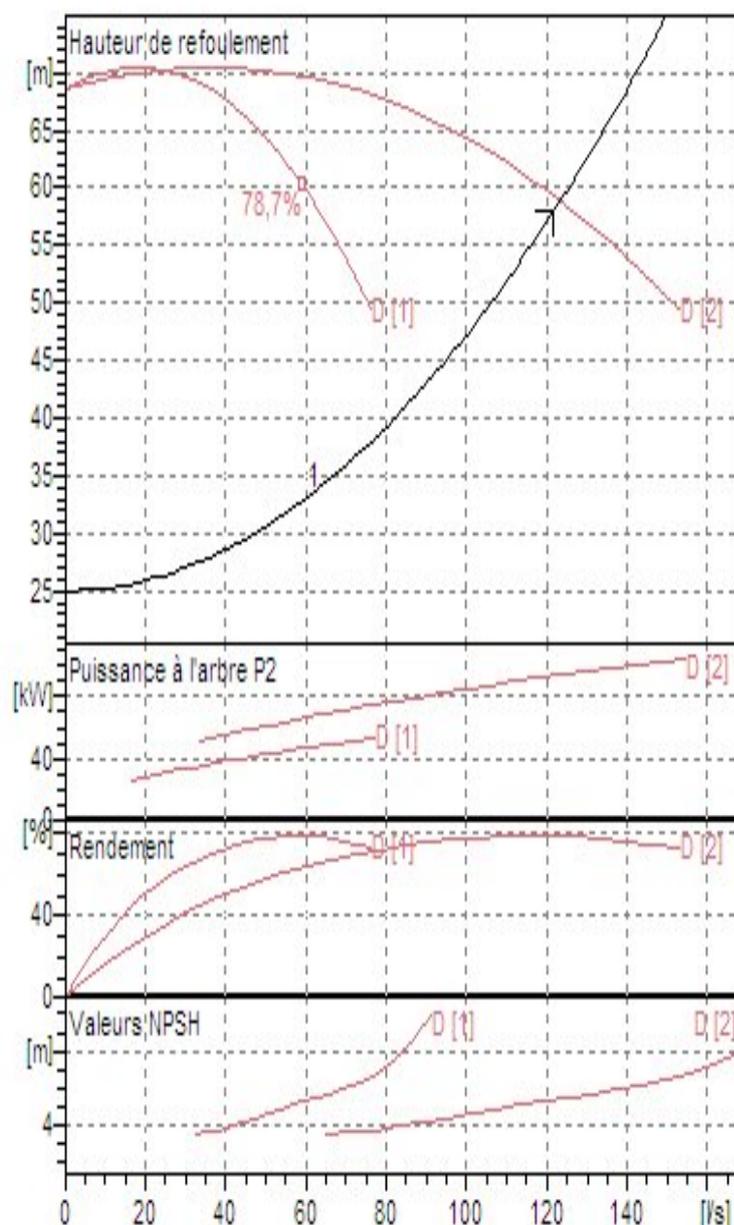
Débit	122 l/s
Hauteur de refoulement	57,9 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	3

#### Caractéristiques de la pompe

Débit	61,7 l/s
Hauteur de refoulement	58,9 m
Puissance absorbée	47,1 kW
Rendement	78,6%
Hauteur manométrique H(Q=0)	68,5 m
Orif. de refoulement	100 mm

#### Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	55 kW
Courant nominal	-A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55



## Annexe V.5

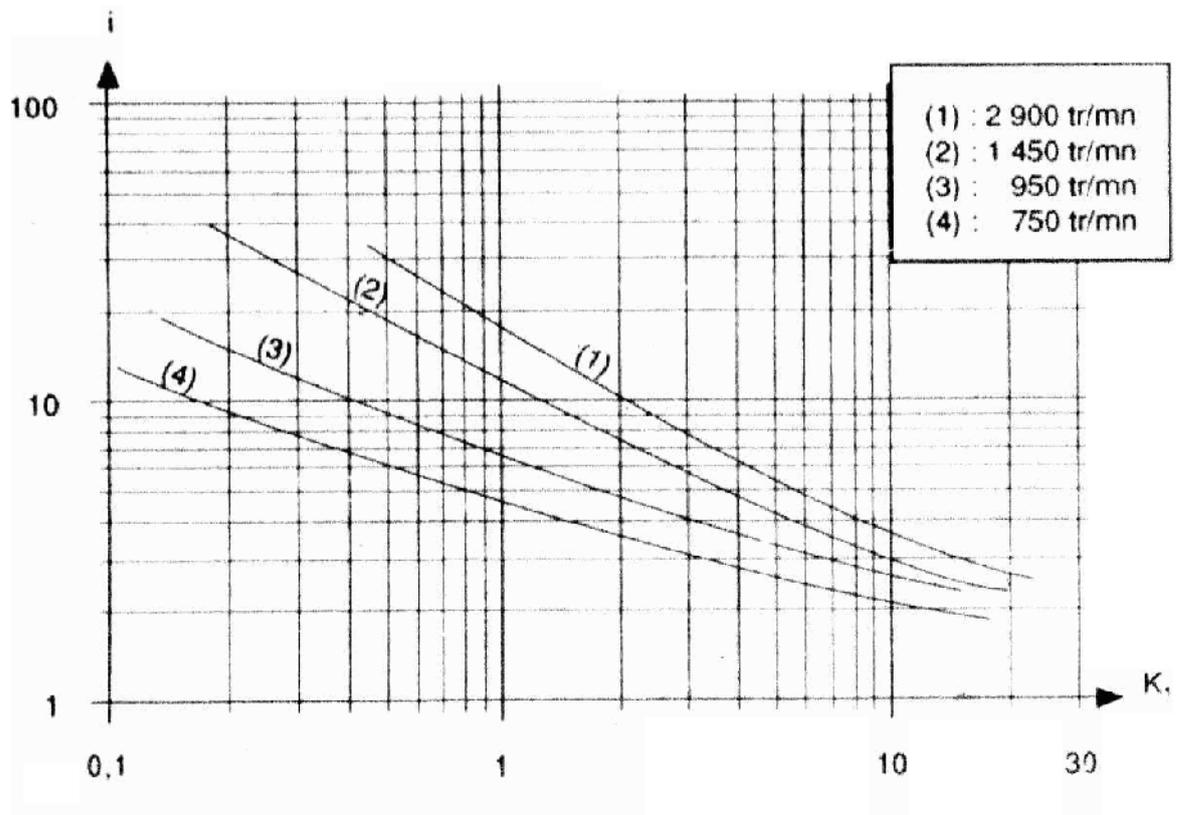


Figure I : calcul du facteur  $i$  en fonction de  $K_i$

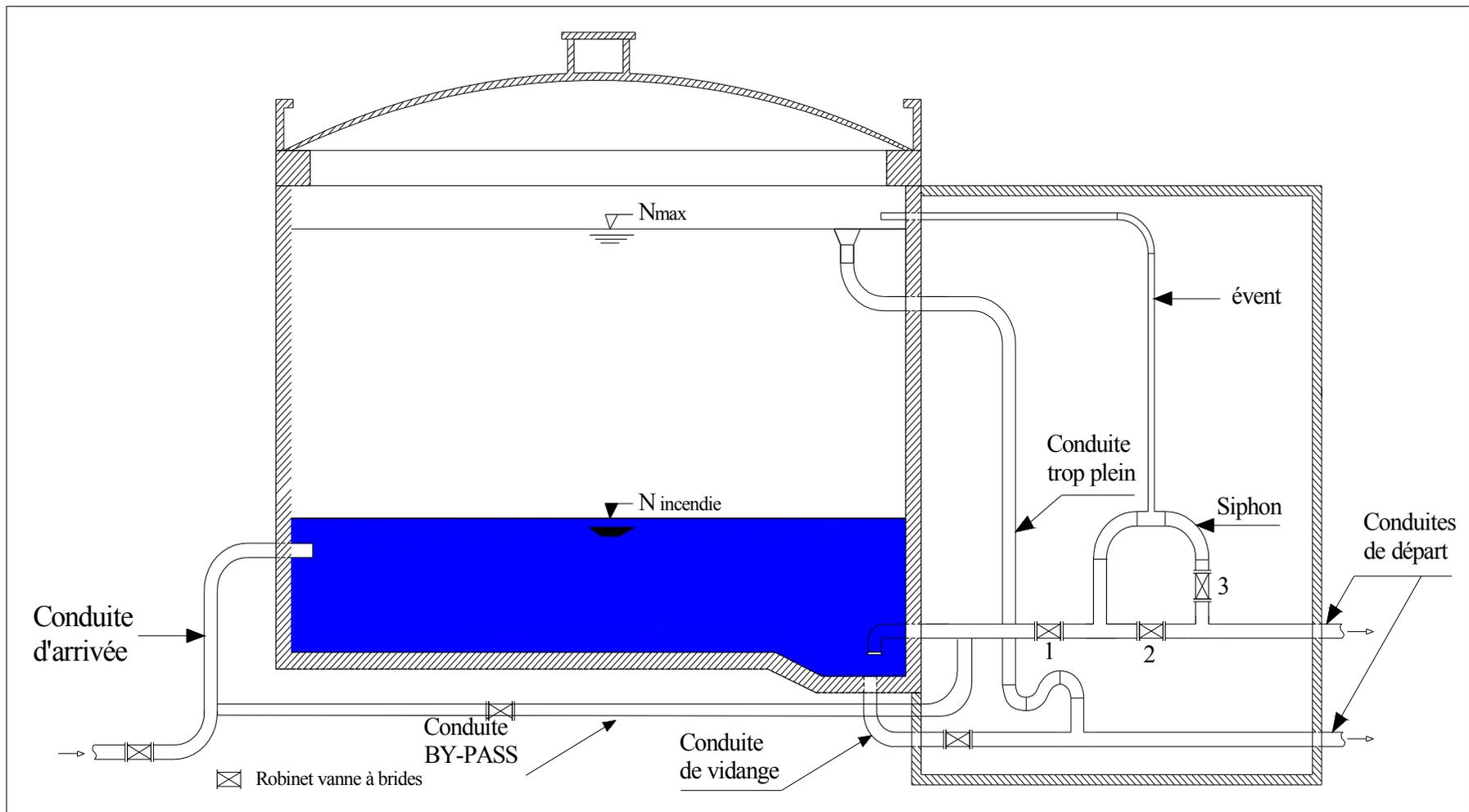
## Annexe (V.3)

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

MATERIAUX	MODULE D'ÉLASTICITÉ (YOUNG) EN PASCAL	COEFFICIENT DE POISSON Y
PVC	$3 \cdot 10^9$	0.3
ACIER	$2 \cdot 10^{11}$	0.46 -0.5
FONTE	$1 \cdot 10^{11}$	0.3
AMIANTE CIMENT	$2.28 \cdot 10^{10}$	0.3
PEHD	$1.2 \cdot 10^9$	0.45-0.5
PELD	$2 \cdot 10^8$	0.45-0.5
BETON	1 A $5 \cdot 10^{10}$	0.15
ROCHE NON CONSOLIDE	3 A $4 \cdot 10^9$	0.33

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

MATERIAU DE REMBLAIS	COEFFICIENT DE POISSON Y
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 : Equipement de réservoir projeté d'AUIN AZRIGA.**

## ANNEXE VI.1 Cas de pointe

**Tableau de résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des pressions aux nœuds**

Nœud	Elévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J1	916	952.07	36
J2	926.1	950.78	24.6
J3	944.32	975.83	31.4
J4	922.76	961.89	39.1
J5	918.49	953.56	35
J6	919	953.56	34.5
J7	909.11	947.62	38.4
J8	905.32	942.86	37.5
J9	924.1	955.95	31.8
J10	917.42	975.2	57.7
J11	918	975.2	57.1
J12	958	966.06	8
J13	954.12	963.35	9.2
J14	920.13	954.22	34
J15	920.45	954.22	33.7
J16	953.22	962.77	9.5
J17	896.98	943.09	46
J18	896.89	945.63	44.6
J19	909.46	945.85	35.3
J20	909.4	947.28	36.8
J21	941.09	948.22	7.1
J22	918.63	961.63	43.9
J23	902.28	943.11	40.7
J24	908.42	946.39	37.9
J25	908.57	950.14	41.5
J26	913.32	949.6	36.2
J27	915.03	952.41	38.3
J28	907.53	938.15	30.6
J29	904.32	937.93	34.5
J30	902.52	949.51	46.9
J31	903.79	948.35	44.5
J32	906.01	946.14	41
J33	898.93	944.13	45.1
J34	919.3	954.82	35.4
J35	918	964.75	46.7
J36	907.1	956.99	49.8
J37	918.5	967	48.4
J38	910.75	942.01	31.2
J39	914.16	944.05	29.8
J41	928.55	974.49	45.8
J42	907.87	951.35	43.4
J43	909.54	950.72	41.1
J44	908.42	951.77	43.3
J45	921.29	974.26	52.9
J46	920.01	961.49	41.4
J47	901.08	947.31	46.1
J48	904.17	946.93	42.7
J49	919.14	974.21	55
J50	922.15	973.84	51.6
J51	913.53	955.11	41.5
J52	896.7	940.76	44
J53	934.8	974.71	39.8
J54	898.81	940.52	41.6
J55	925.55	947.91	22.3
J56	942.36	975.14	32.7
J57	915.11	974.12	58.9
J58	931.72	958.62	26.8

**Tableau de résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des pressions aux nœuds (Suite et fin)**

Nœud	Elévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J60	923.21	972.6	49.3
J61	928.2	971.21	42.9
J62	908.51	946.78	38.2
J63	907.98	938.17	30.1
J64	906.78	929.55	22.7
J65	908.91	943.5	34.5
J66	902.51	945.41	42.8
J67	930.03	977.63	47.5
J68	898.62	933.71	35
J69	917.89	954.46	36.5
J70	913.12	947.95	34.8
J71	916.63	949.37	32.7
J72	919.11	946.65	27.5
J73	914.21	946.65	32.4
J74	921.94	975.14	53.1
J75	944.56	979.59	35
J76	918.14	949.43	31.2
J77	894.5	940.15	45.6
J78	894.59	939.93	45.2
J79	917.24	946.47	29.2
J80	919.32	952.64	33.3
J81	897.27	949.06	51.7
J82	907	950.58	43.5
J83	902.87	939.52	36.6
J84	935.43	976.3	40.8
J85	906.93	951.18	44.2
J86	918	962.49	44.4
J87	888.32	938.96	50.5
J88	928.33	945.47	17.1
J89	914.64	943.55	28.8
J90	918.91	946.48	27.5
J91	923.86	941.7	17.8
J92	888.1	937.99	49.8
J93	928.82	959.22	30.3
J94	911.6	943.96	32.3
J95	938.32	947.85	9.5
J96	917.43	946.47	29
J97	917.06	950.06	32.9
J98	911.9	939.14	27.2
J99	912.93	953.46	40.4
J100	907.05	940.77	33.6
J101	914.12	944.28	30.1
J102	918.71	944.34	25.6
J103	925.7	935.7	10
J104	906.29	943.85	37.5
J105	907.81	934.07	26.2
J106	934.18	944.95	10.8
J107	908.56	941.59	33
J108	942.23	945	2.8
J109	897.55	951.91	54.3
J110	919.25	952.63	33.3
J111	908	946.81	38.7
J112	922.6	953.22	30.6

## ANNEXE VI.2 Cas de pointe

**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des vitesses dans les tronçons**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T1	R-4	PRV-2	70	900	ACIER	1 442,74	2,27
T2	J42	J43	77	400	ACIER	255,47	2,03
T3	J46	J70	230	50	ACIER	2,74	1,39
T5	J81	J82	235	200	ACIER	-20,86	0,66
T6	J70	J44	590	100	ACIER	-7,01	0,89
T7	J54	J77	340	150	ACIER	33,06	1,87
T8	J82	J42	363	200	ACIER	-30,55	0,97
T9	J43	J72	143	400	ACIER	247,41	1,97
T10	J78	J92	533	100	ACIER	10,68	1,36
T11	J60	J93	808	250	ACIER	102,54	2,09
T12	J79	J90	734	600	PEHD	-230,51	0,82
T14	T-1	J9	17	600	PEHD	396,63	1,4
T15	J10	J11	15	50	ACIER	0,17	0,09
T16	J13	R-2	20	200	ACIER	-30,1	0,96
T18	J16	J13	13	200	ACIER	-56,05	1,78
T19	J17	J18	30	150	ACIER	22,9	1,3
T20	J19	J20	30	50	ACIER	-1,54	0,79
T21	R-1	J13	33	200	ACIER	30,1	0,96
T22	J31	J47	34	50	ACIER	1,15	0,59
T23	J51	J99	47	50	ACIER	1,35	0,69
T24	J52	J18	17	100	ACIER	-3,66	0,47
T25	J53	J41	30	500	ACIER	206,66	1,05
T26	J31	J30	87	250	ACIER	-41,81	0,85
T27	J100	J83	102	150	ACIER	18,66	1,06
T28	J44	J42	277	500	ACIER	290,58	1,48
T29	J57	J10	113	400	ACIER	-59,7	0,48
T30	J101	J89	117	200	PVC	36,74	1,17
T31	J60	J61	138	100	ACIER	6,08	0,77
T32	J27	J5	125	300	PEHD	-136,18	1,93
T33	J38	J63	133	50	ACIER	1,54	0,79
T34	J63	J64	139	50	ACIER	2,35	1,2
T35	J65	J66	167	50	ACIER	-1,02	0,52
T36	J60	J67	154	300	PEHD	-140,22	1,98
T37	J104	J105	183	50	ACIER	2,47	1,26
T38	J95	J106	181	200	ACIER	31,66	1,01
T39	J50	J49	187	300	ACIER	-40,67	0,58
T40	J65	J100	588	150	ACIER	22,41	1,27
T41	J18	J68	187	100	ACIER	7,79	0,99
T42	J9	J69	503	600	PEHD	375,48	1,33
T43	J63	J8	318	100	ACIER	-8,61	1,1
T44	J70	J71	211	50	ACIER	-0,8	0,41
T45	J74	J53	589	300	PEHD	51,96	0,74
T46	J103	J97	198	50	ACIER	-3	1,53
T47	J96	J101	226	100	PEHD	6,72	0,86
T48	J4	J34	228	50	ACIER	1,54	0,78
T49	J39	J65	306	250	ACIER	30,79	0,63
T50	J66	J54	210	200	ACIER	40,81	1,3
T51	J55	J58	315	50	ACIER	-2,02	1,03
T52	J24	J66	290	300	ACIER	53	0,75
T53	J98	J94	314	100	ACIER	-6,58	0,84
T54	J20	J79	316	500	PEHD	-116,61	0,59
T55	J100	J38	329	110	PVC	-5,77	0,61
T56	J61	J74	341	50	ACIER	-1,08	0,55
T57	J26	J85	498	150	ACIER	-11,95	0,68
T58	J35	J86	361	600	ACIER	443,77	1,57
T59	J8	J87	371	100	ACIER	5,54	0,71
T60	J16	J36	375	200	ACIER	50,15	1,6

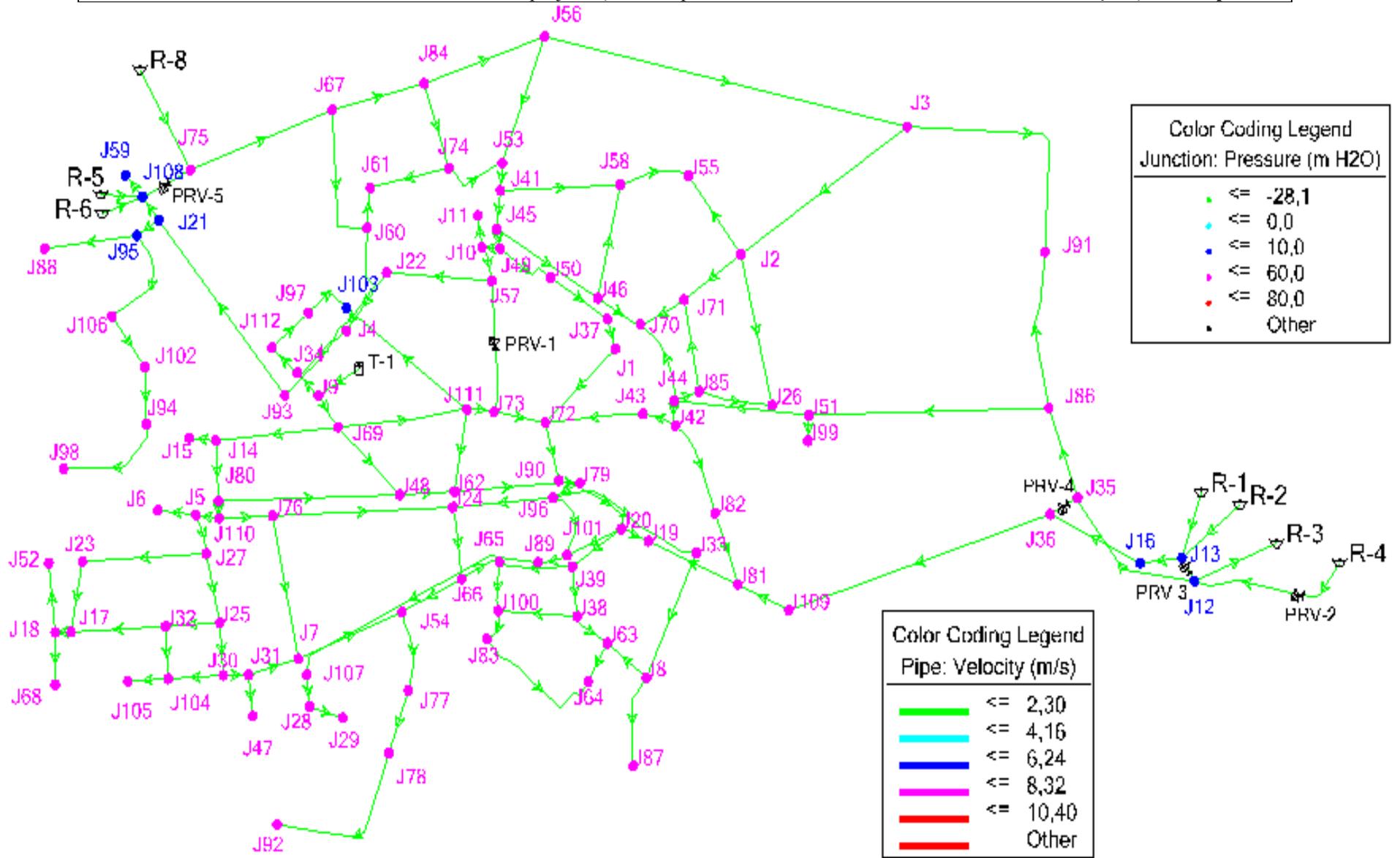
**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T61	PRV-2	J12	375	900	ACIER	1 442,74	2,27
T62	J90	J62	702	150	ACIER	-4,85	0,27
T63	J64	J83	419	100	ACIER	-8,44	1,07
T65	J84	J56	413	600	ACIER	331,04	1,17
T66	J86	J91	491	100	ACIER	11,99	1,53
T67	J12	J35	496	900	ACIER	462,55	0,73
T68	J33	J96	635	250	ACIER	-44	0,9
T69	J3	J91	541	100	ACIER	11,66	1,49
T70	J89	J107	589	200	PVC	19,41	0,62
T71	J21	J108	664	50	PEHD	3	1,54
T72	J108	J59	702	75	PVC	1,96	0,44
T73	J2	J71	673	50	ACIER	0,49	0,25
T74	J44	J85	1125	200	ACIER	36,11	1,15
T75	J109	J81	1172	50	ACIER	1,94	0,99
T76	J20	J101	42	200	PVC	40,26	1,28
T77	J20	J39	148	250	ACIER	60,61	1,23
T78	J96	J79	315	500	PEHD	-108,76	0,55
T79	J58	J46	77	50	ACIER	-0,79	0,4
T80	J28	J107	125	50	PVC	-2,71	1,38
T81	J28	J29	321	50	PVC	0,75	0,38
T82	J77	J78	345	150	ACIER	24,81	1,4
T83	J80	J110	11	400	ACIER	230,8	1,84
T84	J110	J76	488	300	ACIER	87,89	1,24
T85	J110	J5	91	300	ACIER	138,81	1,96
T86	J73	J111	57	200	ACIER	-17,46	0,56
T87	J111	J69	261	200	ACIER	-54,77	1,74
T88	J62	J111	7	200	ACIER	-7,31	0,23
T89	J34	J9	295	200	PEHD	-16,95	0,54
T90	J34	J112	15	100	PEHD	12,28	1,56
T91	J12	R-3	135	900	ACIER	961,12	1,51
T92	J86	J51	596	500	ACIER	399,01	2,03
T93	J3	J56	363	600	ACIER	-95,15	0,34
T94	J53	J56	100	500	ACIER	-169,86	0,87
T95	J21	J95	80	300	ACIER	61,23	0,87
T96	J95	J88	220	150	ACIER	10,52	0,6
T97	J106	J102	30	200	ACIER	22,19	0,71
T98	J102	J94	20	200	ACIER	16,27	0,52
T99	J93	J21	20	250	ACIER	79,75	1,63
T100	J84	J67	1113	600	ACIER	-416,5	1,47
T101	J67	J75	1754	700	ACIER	-579,8	1,51
T102	J74	J84	309	300	ACIER	-67,03	0,95
T103	J58	J41	252	150	ACIER	-33,37	1,89
T104	J2	J55	142	150	ACIER	13,09	0,74
T105	J26	J2	796	100	ACIER	-1,67	0,21
T106	J85	J71	213	150	ACIER	12,84	0,73
T107	J51	J44	235	500	ACIER	360	1,83
T108	J8	J33	990	200	ACIER	-28,89	0,92
T109	J39	J38	428	150	ACIER	17,87	1,01
T110	J7	J54	730	250	ACIER	51,16	1,04
T111	J31	J7	377	250	ACIER	35,23	0,72
T112	J25	J30	563	300	PEHD	58,97	0,83
T113	J25	J32	407	150	ACIER	31,27	1,77
T114	J30	J104	655	100	ACIER	10,17	1,3
T115	J32	J104	404	50	ACIER	0,99	0,5
T116	J17	J32	623	150	ACIER	-19,47	1,1

**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite et fin)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T117	J17	J23	470	150	ACIER	-12,58	0,71
T118	J27	J25	245	300	PEHD	98,45	1,39
T119	J27	J23	455	150	ACIER	23,63	1,34
T120	J76	J7	207	200	ACIER	30,47	0,97
T121	J76	J24	157	300	ACIER	36,75	0,52
T122	J69	J48	166	150	ACIER	31,74	1,8
T123	J103	J111	255	100	ACIER	-8,55	1,09
T124	J4	J22	215	150	ACIER	-9,42	0,53
T125	J22	J57	437	150	ACIER	-29,18	1,65
T126	J112	J97	221	100	ACIER	8,5	1,08
T127	J69	J14	298	400	ACIER	265,74	2,11
T128	J14	J80	615	400	ACIER	253,67	2,02
T129	J48	J80	438	150	ACIER	-8,16	0,46
T130	J48	J62	831	200	ACIER	5,82	0,18
T131	J90	J72	394	600	PEHD	-229,62	0,81
T132	J72	J1	664	50	ACIER	-0,87	0,44
T133	J1	J37	306	100	ACIER	-16,51	2,1
T134	J37	J50	574	150	ACIER	-25,6	1,45
T135	J10	J49	206	400	ACIER	-61,97	0,49
T136	J49	J45	569	500	ACIER	-112,5	0,57
T137	J46	J45	284	150	ACIER	-30,44	1,72
T138	J2	J3	829	150	ACIER	-33,03	1,87
T139	J36	J109	263	200	ACIER	24,03	0,77
T140	J24	J96	282	300	ACIER	-38,28	0,54
T141	J81	J19	906	100	ACIER	6,22	0,79
T142	J45	J41	277	500	ACIER	-161,95	0,82
T149	R-8	J75	411	900	ACIER	589,45	0,93

ANNEXE VI.3 Résultats de simulation du réseau projeté (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe



## ANNEXE VI.4 Cas de pointe+incendie

**Tableau de résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des pressions aux nœuds**

Nœud	Elévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J1	916	951.67	35.6
J2	926.1	949.76	23.6
J3	944.32	975.8	31.4
J4	922.76	961.87	39
J5	918.49	946.72	28.2
J6	919	947.72	27.7
J7	909.11	943.02	33.8
J8	905.32	940.47	35.1
J9	924.1	955.96	31.8
J10	917.42	975.18	57.6
J11	918	975.17	57.1
J12	958	965.06	7
J13	954.12	963.34	9.2
J14	920.13	948.67	28.5
J15	920.45	948.67	28.2
J16	953.22	962.76	9.5
J17	896.98	934.69	37.6
J18	896.89	934.23	37.3
J19	909.46	942.91	33.4
J20	909.4	943.89	34.4
J21	941.09	948.21	7.1
J22	918.63	961.61	42.9
J23	902.28	935.62	33.3
J24	908.42	943.56	35.1
J25	908.57	943.13	34.5
J26	913.32	948.36	35
J27	915.03	944.47	29.4
J28	907.53	935.76	28.2
J29	904.32	935.54	31.2
J30	902.52	942.86	40.3
J31	903.79	942.49	38.6
J32	906.01	939	32.9
J33	898.93	941.74	42.7
J34	919.3	954.83	35.5
J35	918	964.72	46.6
J36	907.1	956.9	49.7
J37	918.5	966.89	48.3
J38	910.75	939.61	28.8
J39	914.16	941.66	27.4
J41	928.55	974.46	45.8
J42	907.87	949.87	41.9
J43	909.54	949.13	39.5
J44	908.42	950.36	41.9
J45	921.29	974.24	52.8
J46	920.01	961.37	41.3
J47	901.08	941.45	40.3
J48	904.17	944.48	40.2
J49	919.14	974.18	54.9
J50	922.15	973.81	51.6
J51	913.53	954.09	40.5
J52	896.7	933.37	36.6
J53	934.8	974.69	39.8
J54	898.81	939.9	41
J55	925.55	946.91	21.3
J56	942.36	975.12	32.7
J57	915.11	974.1	58.9
J58	931.72	958.52	26.7

**Tableau de résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des pressions aux nœuds (Suite et fin)**

Nœud	Elévation (m)	Charge piézométrique (m)	Pression (m.c.e)
J60	923.21	972.59	49.3
J61	928.2	971.2	42.9
J62	908.51	944.42	35.8
J63	907.98	935.78	27.7
J64	906.78	927.16	20.3
J65	908.91	941.11	32.1
J66	902.51	942.89	40.3
J67	930.03	977.62	47.5
J68	898.62	926.32	27.6
J69	917.89	954.6	36.6
J70	913.12	946.65	33.5
J71	916.63	948.02	31.3
J72	919.11	944.3	25.1
J73	914.21	944.3	30
J74	921.94	975.12	53.1
J75	944.56	979.59	35
J76	918.14	944.36	26.2
J79	917.24	944.08	26.8
J80	919.32	945.97	26.6
J81	897.27	947.59	50.2
J82	907	949.1	42
J83	902.87	937.12	34.2
J84	935.43	976.29	40.8
J85	906.93	949.79	42.8
J86	918	962.25	44.2
J87	888.32	936.57	48.1
J88	928.33	945.47	17.1
J89	914.64	941.16	26.5
J90	918.91	944.09	25.1
J91	923.86	941.54	17.6
J92	888.1	905.57	17.4
J93	928.82	959.21	30.3
J94	911.6	943.96	32.3
J95	938.32	947.84	9.5
J96	917.43	944.08	26.6
J97	917.06	949.91	32.8
J98	911.9	939.14	27.2
J99	912.93	952.44	39.4
J100	907.05	938.38	31.3
J101	914.12	941.89	27.7
J102	918.71	944.33	25.6
J103	925.7	933.85	8.1
J104	906.29	937.09	30.7
J105	907.81	927.3	19.5
J106	934.18	944.95	10.7
J107	908.56	939.2	30.6
J108	942.23	945	2.8
J109	897.55	951.69	54
J110	919.25	945.91	26.6
J111	908	944.55	36.5
J112	922.6	953.19	30.5

## ANNEXE VI.5 Cas de pointe+ incendie

**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2012) Etat des vitesses dans les tronçons**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T1	R-4	PRV-2	70	900	ACIER	1 441,88	2,27
T2	J42	J43	77	400	ACIER	234,88	1,87
T3	J46	J70	230	50	ACIER	2,62	1,34
T5	J81	J82	235	200	ACIER	-20,87	0,66
T6	J70	J44	590	100	ACIER	-7,11	0,91
T7	J54	J77	340	400	ACIER	81,29	0,65
T8	J82	J42	363	200	ACIER	-30,56	0,97
T9	J43	J72	143	400	ACIER	226,82	1,8
T10	J78	J92	533	300	ACIER	58,91	0,83
T11	J60	J93	808	250	ACIER	102,57	2,09
T12	J79	J90	734	600	PEHD	-206,09	0,73
T14	T-1	J9	17	600	PEHD	465,92	1,65
T15	J10	J11	15	50	ACIER	0,17	0,09
T16	J13	R-2	20	200	ACIER	-29,93	0,95
T18	J16	J13	13	200	ACIER	-55,72	1,77
T19	J17	J18	30	150	ACIER	22,9	1,3
T20	J19	J20	30	50	ACIER	-1,87	0,95
T21	R-1	J13	33	200	ACIER	29,93	0,95
T22	J31	J47	34	50	ACIER	1,15	0,59
T23	J51	J99	47	50	ACIER	1,35	0,69
T24	J52	J18	17	100	ACIER	-3,66	0,47
T25	J53	J41	30	500	ACIER	206,31	1,05
T26	J31	J30	87	250	ACIER	-75,44	1,54
T27	J100	J83	102	150	ACIER	18,66	1,06
T28	J44	J42	277	500	ACIER	269,99	1,38
T29	J57	J10	113	400	ACIER	-59,7	0,48
T30	J101	J89	117	200	PVC	36,74	1,17
T31	J60	J61	138	100	ACIER	6,08	0,77
T32	J27	J5	125	500	PEHD	-169,81	0,86
T33	J38	J63	133	50	ACIER	1,54	0,79
T34	J63	J64	139	50	ACIER	2,35	1,2
T35	J65	J66	167	50	ACIER	-1,06	0,54
T36	J60	J67	154	300	PEHD	-140,24	1,98
T37	J104	J105	183	50	ACIER	2,47	1,26
T38	J95	J106	181	200	ACIER	31,66	1,01
T39	J50	J49	187	300	ACIER	-40,52	0,57
T40	J65	J100	588	150	ACIER	22,41	1,27
T41	J18	J68	187	100	ACIER	7,79	0,99
T42	J9	J69	503	600	PEHD	444,94	1,57
T43	J63	J8	318	100	ACIER	-8,61	1,1
T44	J70	J71	211	50	ACIER	-0,82	0,42
T45	J74	J53	589	300	PEHD	51,82	0,73
T46	J103	J97	198	50	ACIER	-2,83	1,44
T47	J96	J101	226	100	PEHD	6,73	0,86
T48	J4	J34	228	50	ACIER	1,54	0,79
T49	J39	J65	306	250	ACIER	30,76	0,63
T50	J66	J54	210	200	ACIER	52,43	1,67
T51	J55	J58	315	50	ACIER	-1,94	0,99
T52	J24	J66	290	300	ACIER	64,65	0,91
T53	J98	J94	314	100	ACIER	-6,58	0,84
T54	J20	J79	316	500	PEHD	-116,9	0,6
T55	J100	J38	329	110	PVC	-5,77	0,61
T56	J61	J74	341	50	ACIER	-1,08	0,55
T57	J26	J85	498	150	ACIER	-12,55	0,71
T58	J35	J86	361	600	ACIER	424,06	1,5
T59	J8	J87	371	100	ACIER	5,54	0,71
T60	J16	J36	375	200	ACIER	49,82	1,59

**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T61	PRV-2	J12	375	900	ACIER	1 441,88	2,27
T62	J90	J62	702	150	ACIER	-4,57	0,26
T63	J64	J83	419	100	ACIER	-8,44	1,07
T65	J84	J56	413	600	ACIER	330,16	1,17
T66	J86	J91	491	100	ACIER	12,01	1,53
T67	J12	J35	496	900	ACIER	442,84	0,7
T68	J33	J96	635	250	ACIER	-44	0,9
T69	J3	J91	541	100	ACIER	11,64	1,48
T70	J89	J107	589	200	PVC	19,41	0,62
T71	J21	J108	664	50	PEHD	3,03	1,54
T72	J108	J59	702	75	PVC	1,96	0,44
T73	J2	J71	673	50	ACIER	0,36	0,18
T74	J44	J85	1125	200	ACIER	36,85	1,17
T75	J109	J81	1172	50	ACIER	1,61	0,82
T76	J20	J101	42	200	PVC	40,25	1,28
T77	J20	J39	148	250	ACIER	60,58	1,23
T78	J96	J79	315	500	PEHD	-84,05	0,43
T79	J58	J46	77	50	ACIER	-0,79	0,4
T80	J28	J107	125	50	PVC	-2,71	1,38
T81	J28	J29	321	50	PVC	0,75	0,38
T82	J77	J78	345	400	ACIER	73,04	0,58
T83	J80	J110	11	600	ACIER	303,78	1,07
T84	J110	J76	488	300	ACIER	127,24	1,8
T85	J110	J5	91	400	ACIER	172,44	1,37
T86	J73	J111	57	200	ACIER	-14,05	0,45
T87	J111	J69	261	200	ACIER	-47,64	1,52
T88	J62	J111	7	200	ACIER	-3,42	0,11
T89	J34	J9	295	200	PEHD	-16,78	0,53
T90	J34	J112	15	100	PEHD	12,11	1,54
T91	J12	R-3	135	900	ACIER	979,96	1,54
T92	J86	J51	596	500	ACIER	379,28	1,93
T93	J3	J56	363	600	ACIER	-94,48	0,33
T94	J53	J56	100	500	ACIER	-169,65	0,86
T95	J21	J95	80	300	ACIER	61,23	0,87
T96	J95	J88	220	150	ACIER	10,52	0,6
T97	J106	J102	30	200	ACIER	22,19	0,71
T98	J102	J94	20	200	ACIER	16,27	0,52
T99	J93	J21	20	250	ACIER	79,78	1,63
T100	J84	J67	1113	600	ACIER	-415,48	1,47
T101	J67	J75	1754	700	ACIER	-578,8	1,5
T102	J74	J84	309	300	ACIER	-66,89	0,95
T103	J58	J41	252	150	ACIER	-33,28	1,88
T104	J2	J55	142	150	ACIER	13,17	0,75
T105	J26	J2	796	100	ACIER	-1,07	0,14
T106	J85	J71	213	150	ACIER	12,98	0,73
T107	J51	J44	235	500	ACIER	340,27	1,73
T108	J8	J33	990	200	ACIER	-28,89	0,92
T109	J39	J38	428	150	ACIER	17,87	1,01
T110	J7	J54	730	250	ACIER	87,77	1,79
T111	J31	J7	377	250	ACIER	68,86	1,4
T112	J25	J30	563	300	PEHD	92,51	1,31
T113	J25	J32	407	150	ACIER	30,76	1,74
T114	J30	J104	655	100	ACIER	10,08	1,28
T115	J32	J104	404	50	ACIER	1,08	0,55
T116	J17	J32	623	150	ACIER	-18,86	1,07

**Tableau : Résultat de simulation du réseau projeter (2040) Etat des vitesses dans les tronçons (Suite et fin)**

Tronçons	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Matériel	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
T117	J17	J23	470	150	ACIER	-13.19	0.75
T118	J27	J25	245	300	PEHD	131.47	1.86
T119	J27	J23	455	150	ACIER	24.24	1.37
T120	J76	J7	207	200	ACIER	33.45	1.06
T121	J76	J24	157	300	ACIER	73.12	1.03
T122	J69	J48	166	150	ACIER	27.3	1.55
T123	J103	J111	255	100	ACIER	-8.72	1.11
T124	J4	J22	215	150	ACIER	-9.42	0.53
T125	J22	J57	437	150	ACIER	-29.18	1.65
T126	J112	J97	221	100	ACIER	8.33	1.06
T127	J69	J14	298	600	ACIER	346.77	1.23
T128	J14	J80	615	600	ACIER	334.7	1.18
T129	J48	J80	438	150	ACIER	-16.21	0.92
T130	J48	J62	831	200	ACIER	9.43	0.3
T131	J90	J72	394	600	PEHD	-205.47	0.73
T132	J72	J1	664	50	ACIER	-0.72	0.37
T133	J1	J37	306	100	ACIER	-16.36	2.08
T134	J37	J50	574	150	ACIER	-25.45	1.44
T135	J10	J49	206	400	ACIER	-61.97	0.49
T136	J49	J45	569	500	ACIER	-112.35	0.57
T137	J46	J45	284	150	ACIER	-30.33	1.72
T138	J2	J3	829	150	ACIER	-32.38	1.83
T139	J36	J109	263	200	ACIER	23.7	0.75
T140	J24	J96	282	300	ACIER	-13.57	0.19
T141	J81	J19	906	100	ACIER	5.89	0.75
T142	J45	J41	277	500	ACIER	-161.69	0.82
T149	R-8	J75	411	900	ACIER	588.45	0.92

**ANNEXE VI.6 Résultats de simulation du réseau projeté (Etat des pressions aux nœuds et Etat des vitesses des tronçons) Cas de pointe+incendie**

