

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Conception du systeme d'alimentation en eau potable de la  
commune de Beni Aziz (w.Setif) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0031-17

APA Citation ( توثيق APA):

Rachedi, Mohamed Lamine (2017). Conception du systeme d'alimentation en eau  
potable de la commune de Beni Aziz (w.Setif)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 بتنظيم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Alimentation En Potable**

**THEME DU PROJET :**

**CONCEPTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE LA COMMUNE DE BENI AZIZ (W.SETIF)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> Rachedi Mohamed Lamine**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> B.SALAH	Professeur.	Président
M <sup>r</sup> A.HEBBOUCHE	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> L.KADI	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> S.HOULI	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> S.BERBACHE	M.A.A.	Promotrice

**Janvier 2018**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Alimentation En Potable**

**THEME DU PROJET :**

**CONCEPTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE LA COMMUNE DE BENI AZIZ (W.SETIF)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> Rachedi Mohamed Lamine**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> B.SALAH	Professeur.	Président
M <sup>r</sup> A.HEBBOUCHE	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> L.KADI	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> S.HOULI	M.A.A.	Membre
M <sup>me</sup> S.BERBACHE	M.A.A.	Promotrice

**Janvier 2018**

## **Remerciements**

*En premier lieu, je remercie mon Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce modeste travail.*

*Notre sincère remerciement s'adresse à ma promotrice **Mme BERBACHE.S**, pour son aide, son orientation et le temps qu'elle m'a accordé.*

*Je remercie profondément tous les enseignements qui ont contribué à ma formation.*

*Mon vif remerciement aux responsables du Bureau d'étude hydraulique **F.E.T.H** Merouane Samia et RIDHA et MAHBOUB.*

*A la fin je tiens à remercier les membres du jury d'avoir accepté de juger et de critiquer mon travail.*

*Je dédie ce travail. . .*

*A mes chers parents, aucune dédicace ne saurait  
exprimer mon respect, mon amour éternel et ma  
considération pour les sacrifices que vous avez consenti  
pour mon instruction et mon bien être.*

*A mes chers sœurs Asma et Meriem.*

*A tous mes amis de l'ENSH.*

*A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration  
de ce travail.*

*A tous ceux que j'ai omis de citer*

*...Mohamed*

## ملخص

تتمثل دراستنا هذه في القيام بعملية تجديد شبكة مياه الشرب لبلدية بني عزيز ولاية سطيف و في هذه الدراسة قدمنا أولا لمحة عامة عن للحالة الحالية لمختلف الموارد المائية , شبكة المياه و الخزانات المائية و بعد هذا انتقلنا إلى حساب كمية الحاجيات المائية لسكان بلدية بني عزيز إلى عام 2046 و بسبب قدم شبكة التوزيع قمنا بتجديد هاتيه الشبكة .

## Résumé :

Notre travail consiste à faire une étude de renouvellement du système d'alimentation en eau potable de la ville BENI AZIZ (Wilaya de SETIF) à travers cette étude que nous avons présentée, nous avons donné en premier lieu un aperçu général sur la situation actuelle des différentes ressources hydraulique, réseau et des différents ouvrages de stockage, puis nous avons passé à l'estimation des besoins en eau de la population de la ville de BENI AZIZ jusqu'à l'année 2046. et vu la vétusté du système de distribution nous avons renouvelés le réseau de distribution.

## Abstract

Our job is to make a study of renewal system drinking water from the town of BENI AZIZ (Wilaya of Setif) through this study that we presented before, we have given in the first place a general overview of the current situation respectful of hydraulic resources, network and various works of storage, and then we switched to estimate water needs of the population of the city of BENI AZIZ until the year 2046 and the antiquated view of distribution system we have renewed the distribution network.

## Sommaire :

Introduction général.....	1
<b>Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude</b>	
Introduction.....	2
I.1-Situation géographique de la commune .....	2
I.2- Situation topographique .....	3
I.3-Situation géologique .....	3
I.4-Situation climatique .....	3
I.4.1 Température .....	3
I.5-Situation hydraulique .....	3
I.5.1 Ressource.....	3
I.5.2 Volume d'eau facture mensuellement .....	4
I.5.3 disponibilité actuelle des sources .....	4
I.5.4 Réseau actuel.....	5
I.5.2.1 Ouvrage de stockage .....	5
I.5.2.2 Alimentation en eau potable actuelle .....	5
I.5.2.3 Etat du réseau de distribution .....	6
Conclusion .....	6
<b>Chapitre II : Les besoins d'agglomération</b>	
Introduction .....	7
II Evaluation de population .....	7
II.1 Population actuelle .....	7
II.2 Population future .....	7
II.3 Calcul du débit des eaux de consommation .....	8
II.3.1 Consommation moyenne journalière .....	8
II.3.2 Besoins en eau domestiques .....	8
II.3.3 Besoins en eau des équipements .....	9
II.3.4 Calcul de débit des eaux de consommation domestique et équipement .....	10
Conclusion.....	11

## Chapitre III : Caractéristique de la consommation

Introduction .....	12
III. Caractéristique de la consommation :.....	12
III.1 Coefficient d'irrégularité : .....	12
III.1.1 Coefficient d'irrégularité maximale ( $K_{max,j}$ ) :.....	12
III.1.2 Coefficient d'irrégularité minimale ( $K_{min,j}$ ) : .....	13
III.1.3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ( $K_{max,h}$ ) :.....	13
III.1.4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire ( $K_{min,h}$ ) :.....	14
III.2 Détermination des débits journaliers :.....	15
III.2.1 Consommation minimale journalière ( $Q_{min,j}$ ) : .....	15
III.2.2 Consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ ) :.....	15
III.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant : .....	15
III.4 Détermination des débits horaires : .....	18
III.4.1 Débit moyen horaire :.....	18
III.4.2 Détermination du débit maximum horaire : .....	18
III.4.3 Détermination du débit minimum horaire .....	19
Conclusion :.....	19

## Chapitre IV : Etude du réservoir

Introduction :.....	20
IV.1 Rôle des réservoirs .....	20
IV.2 Emplacement des réservoirs .....	20
IV.3 Classification des réservoirs .....	21
Leurs positions par rapport au sol .....	21
Leurs formes .....	21
La nature du matériau de construction .....	21
IV.4 Choix du type de réservoir.....	21
IV.5 Equipement du réservoir .....	22
IV.5.1 Conduite d'arrivée ou d'adduction .....	22
IV.5.2 Conduite de départ ou de distribution.....	22
IV.5.3 Conduite de trop plein.....	22
IV.5.4 Conduite de vidange .....	23
IV.5.5 Conduite by-pass .....	23
IV.6 Comparaison entre le volume calculé et le volume existant .....	23
Conclusion .....	24

## Chapitre V : Réseau de distribution

V.1. Définition .....	25
V.2. Classification des réseaux .....	25
V.2.1. Réseau ramifié.....	25
V.2.2. Réseau maillé.....	25
V.2.3. Réseau étagé .....	26
V.2.4. Réseau combiné .....	26
V.3. Choix du réseau à adopter.....	26
V.4. Choix du matériau des conduites .....	26
V.4.1. Tuyaux en fonte.....	26
V.4.2. Tuyaux en acier .....	27
V.4.3. Tuyaux en PVC (Polychlorure de Vinyle non Plastifié).....	27
V.4.4. Tuyaux en PEHD .....	27
V.5. Conception du réseau.....	28
V.6. Principe de tracé du réseau .....	28
V.7. Calcul hydraulique du réseau de distribution .....	28
V.7.1. Détermination des débits .....	29
V.7.1.1. Débit spécifique .....	29
V.7.1.2. Débit en route.....	29
V.7.1.3. Débits aux nœuds (nodaux).....	29
V.7.1.4. Répartition des débits .....	36
V.7.1.5. Détermination des diamètres avantageux dans le réseau : .....	38
V.8. Calcul de réseau .....	40
Définition d'EPANET.....	40
Répartition définitive des débits et des pressions .....	40
V.8.1 Vanne réducteur de pression .....	42
V.8.1.1 Manomètre : l'accessoire indispensable .....	42
V.9. Equipement du réseau de distribution .....	53
V.9.1 Type de canalisation .....	53
V.9.2 Appareils et accessoires du réseau .....	53
V.9.2.1 Robinets vannes .....	53
V.9.2.2 Les bouches d'incendie .....	53
V.9.2.3 Les clapets .....	54
V.9.2.4 Crépines .....	54
V.9.2.5 Les ventouses .....	54

V.9.2.6 Robinets de vidange.....	55
V.9.3 Pièces spéciales de raccord .....	55

### **Chapitre VI : Organisation de chantier**

Introduction :.....	56
VI.1 Les différents travaux sur chantier :.....	56
VI.2 Implantation de la trace des tranchées sur le terrain :.....	56
VI.3 Nivellement de la plate-forme de pose : .....	56
VI.4 Excavation des tranchées : .....	56
VI.5 La profondeur (H) :.....	67
VI.6 Largeur de la tranchée :.....	67
VI.7 Choix des machines de terrassement : .....	67
VI.8 Section de la tranchée : .....	67
VI.9 Lit de pose :.....	58
VI.10 Aménagement du lit de pose :.....	58
VI.11 La mise en tranchée : .....	58
VI.12 Remblaiement des tranchées :.....	59
VI.13 Différents cas de pose de canalisation .....	59
VI.13.1 En terrain ordinaire :.....	59
VI.13.2 En galerie :.....	59
VI.13.3 En terrain en pente :.....	60
VI.13.4 En terrain peu consistant :.....	60
VI.13.5 Lors de la traversée d'une rivière.....	60
VI.13.6 Lors de la traversée d'une route.....	61
VI.14 Estimation quantitative et financière du projet :.....	61
VI.14.1 Estimation quantitative :.....	61
VI.14.1.1 Volume des déblais des tranchées : .....	61
VI.14.1.2 Volume du lit de sable :.....	62
VI.14.1.3 Volume occupé par les conduites : .....	63
VI.14.1.4 Volume du remblai :.....	64
VI.14.1.5 Volume de terre à évacuer : .....	65
VI.14.2 Estimation financière :.....	67
Conclusion général.....	69

## Liste des tableaux

### Liste des Tableaux

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

Tableau n° I-1 : température moyenne mensuelle à Beni Aziz (Période 2010-2016) .....	3
Tableau n° I-2 : Caractéristiques des sources alimentant Beni Aziz .....	4
Tableau n° I-3 : volume d'eau facturé .....	4
Tableau n° I-4 : Caractéristiques des réservoir alimentant Beni Aziz .....	5

#### Chapitre II : les besoins de population.

Tableau n° I I-6 : Population de Beni Aziz pour différent horizon .....	7
Tableau n° I I-7: besoins domestique de Beni Aziz pour différent horizon .....	8
Tableau n° I I-8 : besoins d'équipement de Beni Aziz.....	9
Tableau n° I I-9 : tableau récapitulatif de la consommation moyenne totale .....	11

#### Chapitre III : Caractéristique de la consommation.

Tableau n° III-10 : $\beta_{\max}$ en fonction du nombre d'habitants.....	13
Tableau n° III-11 : $\beta_{\min}$ en fonction du nombre d'habitants .....	14
Tableau n° III-12 (annexe I) .....	15
Tableau n° III-13 : répartition des débits horaires de la ville de Beni Aziz .....	16

#### Chapitre V : Réseau de distribution.

Tableau n° V-14 : Débits en route et débits nodaux pour le cas de pointe.....	30
Tableau n° V-15 : Débits en route et débits nodaux pour le cas de pointe plus incendie ...	33
Tableau n° V-16 : répartition des débits dans chaque tronçon. ....	36
Tableau n° V- 17 : Les diamètres avantageux en fonction des débits limitent.....	38
Tableau n° V- 18 : Détermination des diamètres avantageux du réseau.....	38
Tableau n° V- 19 : État des Nœuds du Réseau (pointe) .....	40
Tableau n° V- 20 : État des Nœuds du Réseau (pointe avec vanne réducteur de pression).	44
Tableau n° V- 21 : État des tronçons du Réseau.....	45
Tableau n° V- 22 : État des Nœuds du Réseau (pointe plus incendie vanne réducteur de pression) .....	47
Tableau n° V- 23 : État des Nœuds du Réseau (pointe plus incendie avec vanne réducteur de pression).....	48
Tableau n° V- 24 : État des tronçons du Réseau (pointe plus incendie).....	50
Tableau n° V- 25 : Les diamètres normalisé du réseau.....	51

## Liste des tableaux

### Chapitre VI: Organisation de chantier.

<b>Tableau VI.26</b> : Devis estimatif des volumes de déblais).....	62
<b>Tableau VI.27</b> : Devis estimatif des volumes du lit de sable.....	63
<b>Tableau VI.28</b> : Devis estimatif du volume occupé par les conduites .....	64
<b>Tableau VI.29</b> : Devis estimatif des volumes de remblais.....	65
<b>Tableau VI.30</b> : Devis estimatif des volumes évacuer.....	66
<b>Tableau VI.31</b> : Devis estimatif des différents volumes .....	66
<b>Tableau VI.32</b> : Devis estimatif des travaux).....	67

## Liste des figures

### Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude.

Figure (I.1) : Plan de situation de la ville (source Google earth) .....2

### Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

Figure (III.2) : Graphique de la consommation Totale pour l'agglomération .... 17

Figure (III.3) : Graphique de la consommation cumulée pour l'agglomération ..... 18

### Chapitre IV : Etude du réservoir.

Figure (IV.4) : Coupe transversale d'un réservoir de stockage de type semi-enterré.....22

### Chapitre V : Réseau de distribution.

Figure V.5 : vanne réducteur de pression .....42

Figure V.6 : vanne numéro 1 ..... 43

Figure V.7 : vanne numéro 2..... 43

Figure V.8 : Robinet-vanne..... .53

Figure V.9 : Clapet anti-retour..... 54

Figure V.10 : crépines.....54

Figure V.11 : ventouse.....55

### Chapitre VI : Organisation de chantier.

Figure VI.12 : pose en galerie.....60

## **Liste des planches :**

**Planche 1 :** plan de mass avec tracé de réseau.

**Planche 2 :** plan de mass avec tracé de réseau (suite).

**Planche 3 :** profile en long de la conduite principal réservoir-N25.

**Planche 4 :** équipements de réservoir.

**Annexe 1** La variation des débits horaires dans une journée.

**Annexe 2** Réseau de la distribution.

**Annexe 3** Simulation cas de pointe.

**Annexe 4** Simulation cas de pointe + incendie.

**Annexe 5** Détails d'une maille.

**Annexe 6** Les différents diamètres avec épaisseurs.

### Introduction générale

L'eau douce, indispensable à la vie et à toutes les activités économiques, est abondante à la surface de la terre. Mais sa répartition est géographiquement inégale et son accès est dans la plupart des cas difficile. La maîtrise de l'eau est un enjeu majeur pour le développement des sociétés humaines. Depuis l'Antiquité, l'être humain réalise des aménagements pour drainer, irriguer, ou assurer l'alimentation des populations.

Parmi les pays africains qui ont vécu plus d'une décennie de sécheresse, l'Algérie, ses ressources conventionnelles en eau étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ce qui a incité les autorités dont celles de la wilaya de Sétif à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de la population.

Le sujet que nous aborderons dans ce présent projet, consiste à élaborer une étude d'alimentation en eau potable de la ville de Beni Aziz (Wilaya de Sétif); pour cela nous allons procéder comme suit :

- Récolter les données concernant le site à savoir : la situation géographique, hydraulique, la répartition de sa population, les équipements existants et futurs. Ces données nous permettront de déterminer le débit à mobiliser.
- Déterminer les dimensions du réseau de distribution de la ville Beni Aziz. Et redimensionner le réseau de distribution et vérifier la capacité du réservoir.

# **Chapitre I : Presentation de site**

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

### Introduction :

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, l'étude de site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et els facteurs qui influent sur la conception de projet.

### I.1-Situation géographique de la commune :

La commune de Beni Aziz est située au Nord –Est du chef-lieu de la wilaya de SETIF à une distance de 60km sur l'unique voie qui traverse le territoire de la commune en l'occurrence la RN77

Elle est limitée :

- au Nord : par la Wilaya de Jijel.
- à l'Est : par la commune Ain Sebt.
- au Sud : par la commune de Maouia.
- à l'Ouest : par la commune de Serdj El Ghoul



**Figure n° I-1 : Plan de situation de la ville**

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

### **I.2- Situation topographique :**

Le relief de la région est accidenté, on y trouve des vallons, des montagnes, des collines, des monts atteignant 1000m .

### **I.3-Situation géologique :**

D'après la carte géologique de l'Algérie la région de Beni Aziz est située sur des terrains sédimentaires ou prédominant le miocène et mi-pliocène ainsi que l'éocène siliceux .

### **I.4-Situation climatique :**

Le climat continental sub- humide prédomine dans la région.

#### **I.4.1 Température :**

La température est un facteur très important du climat qui influe sur les constructions soit durant la réalisation ou après l'exploitation.

Les températures moyennes enregistrées sont 25° en été et 5° en hiver.

**Tableau n° I-1 : température moyenne mensuelle à Beni Aziz (Période 2010-2016)**

<b>Mois</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>
<b>Température (°C)</b>	20,8	16,3	10	5,8	5,3	5
<b>Mois</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>
<b>Température (°C)</b>	8,3	12,8	16,3	21,7	26,2	25,6

(Source SETIF-AERO)

### **I.5-Situation hydraulique :**

#### **I.5.1 Ressources :**

D'après l'enquête faite par le bureau d'étude on a deux sources alimentent le site étudié :

-Captage Agarou

-Forage Badis

Dont les caractéristiques sont représentées dans le tableau n° I-4 :

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

**Tableau n° I-4 : Caractéristiques des sources alimentant Beni Aziz**

source	Année de la mise en service	Débit (l/s)
Agarou	1973	06
Badis	1991	35

Source : Bureau d'étude EL FETH

### **I.5.2 Volume d'eau facture mensuellement :**

D'après le service de l'APC le volume d'eau facturé mensuellement (2006-2008) est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau n° I-5 : volume d'eau facturé**

trimestre <u>année</u>	volume d'eau facturé (m <sup>3</sup> ) Trimestre(01)	volume d'eau facturé(m <sup>3</sup> ) Trimestre(02)	volume d'eau facturé(m <sup>3</sup> ) Trimestre (03)	volume d'eau facturé(m <sup>3</sup> ) Trimestre (04)
Moy de trimestre	39640	46170	54117	41190
Volume facturé par mois	13213	15390	18039	13730

Nous prenons la moyenne du volume facturé pour chaque trimestre on aura :

$$V_t = 60372 \text{ m}^3 / 4 = 15093 \text{ m}^3 / \text{mois} = 503.1 \text{ m}^3 / \text{j}$$

Le volume d'eau total facturé journalière pour notre aire d'étude est de  $503.1 \text{ m}^3 / \text{j}$

### **I.5.3 - disponibilité actuelle des sources :**

-le temps de pompage est de 8 heures à partir de la source Badis donc la disponibilité sera :

$$\text{-au niveau de la source Badis} = \frac{35 \times 8 \times 3600}{1000} = 1008 \text{ m}^3 / \text{j}$$

Et pour Agarou :

$$\text{- au niveau de la source Agarou} = \frac{6 \times 86400}{1000} = 518.4 \text{ m}^3 / \text{j}$$

Le volume total produit par les deux sources est de  $1526.4 \text{ m}^3 / \text{j}$

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

### **Remarque :**

L'eau qui provient de la source est estimée à 1526.4 m<sup>3</sup>/j tandis que l'eau facturée est de 500 m<sup>3</sup>/j ce qui nous emmène à dire que le déficit dû aux piquages et aux fuites est environ de 1023,3 m<sup>3</sup>/j.

### **I.5.4 Réseau actuel :**

#### **I.5.4.1 Ouvrage de stockage :**

Le centre de Beni Aziz est alimenté à partir de deux réservoirs semi enterre de capacité 2x250m<sup>3</sup>. Les caractéristiques des réservoirs sont représenté dans le tableau n° I-5 suivant :

**Tableau n° I-6 : Caractéristiques des réservoirs alimentant Beni Aziz**

Village	Réservoir	Capacité (m <sup>3</sup> )	Etat	alimentation
Beni Aziz	Réservoir semi enterré	2x250	Bon	Gravitaire
	Château d'eau	1000	Bon	Refoulement

-la capacité totale de stockage disponible est de 500 m<sup>3</sup>

#### **I.5.4.2 Alimentation en eau potable actuelle :**

Actuellement trois conduites sortent des réservoirs 2x250 m<sup>3</sup> alimente le chef-lieu de Beni Aziz.

-Une conduite principale de diamètre 140mm en pvc destiné à alimenter l'ancien centre de Beni Aziz ainsi que la Z.E.A et les 140lots

-Une deuxième conduite de diamètre 90 en pvc alimente la partie Est (les 40logts, 72lots, lycée, le centre de formation ...)

-la troisième conduite de diamètre 50/60mm en acier galvaniser destiner à l'alimentation des habitations situées à proximité du réservoir.

Nous constatons que le réseau de distribution est composé principalement de conduite en pvc et en acier galvanisé de diamètre 63mm et qu'il est maillé au niveau de l'ancien centre de Beni Aziz.

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

### **I.5.4.3 Etat du réseau de distribution :**

Le réseau de distribution présente de nombreux problèmes. Des fuites sont recensées surtout :

Au niveau de l'ancien village 5 à 8 fuite par mois et que car le réseau est vétuste réalisé en acier galvanisé et en pvc dans les années 70 on peut dire que la totalité du réseau est sous dimensionnes et en mauvaise état mis à part le réseau des 72 lots récemment réalisé et qui fonctionne normalement.

### **Conclusion :**

Suite à l'analyse générale de note région (topographique, géologique climatologique, ouvrage existant, réseau actuel...) on préconise la rénovation du réseau d'alimentation en eau potable du chef-lieu de Beni Aziz .Ainsi on pourra passer à l'étape la plus important de l'étude estimation des besoins.

## **Chapitre II : Calculs des besoins de l'agglomération**

## Chapitre II : les besoins d'agglomération

### Introduction :

L'estimation des besoins en eau pour une agglomération nous exige de donner une norme fixe qui est appelée la dotation pour chaque type de consommateur. Cette norme-là est variable et définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur. Elle dépend de : mode de vie de cette agglomération, l'augmentation de population...etc. Elle diffère d'agglomération d'une autre et elle est périodique (dépend de temps).

### II Evaluation de population :

#### II.1 Population actuelle :

La population actuelle est déterminée selon le dernier recensement de la population (R.G.P.H) de l'année (2008) données par l'APC de Beni Aziz est de 6507 habitants.

#### II.2 Population future :

La population future pour l'horizon (l'année 2046) est donnée par la formule suivante.

$$P_n = P_{act} * (1 + t)^n$$

**P<sub>n</sub>**: Population à l'horizon de calcul 2016, 2046.

**P<sub>act</sub>**: Population actuelle de l'année 2008.

**t** : Taux d'accroissement  $t = 2,15\%$  (Source : APC Beni Aziz).

**n**: Nombre d'années séparant l'année 2008 et l'année de calcul.

Tableau n° I I-6 récapitulatif de la population actuelle et future :

**Tableau n° I I-7 : Population de Beni Aziz pour différent horizon**

Désignation	Population		
Année	2008	2016	2046
Nb d'hab	6507	7715	14606

## Chapitre II : les besoins d'agglomération

### II.3 Calcul du débit des eaux de consommation :

#### II.3.1 Consommation moyenne journalière :

La consommation en eau d'une agglomération est estimée en fonction de la dotation journalière, qui dépend de sa taille et de la catégorie du consommateur, elle est exprimée par la formule suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{(Q_i \times N_i)}{1000} \dots\dots\dots (m^3/jour)$$

Avec :

$Q_i$ : La dotation journalière pour chaque type de consommateur exprimée en (litres / jour / habitants).

$N_i$  : Nombre d'usagers pour chaque catégorie de consommateurs.

#### II.3.2 Besoins en eau domestiques :

Ils sont estimés sur la base d'une dotation de **150 l/j/hab** retenues dans le cadre du P.D.A.U de la commune de Beni Aziz.

Les besoins en eau qui expriment la consommation moyenne journalière à usage domestique, sont portés dans le tableau suivant :

Tableau n° I I-8 : besoins domestique de Beni Aziz pour différent horizon

Années	Population (hab)	Dotation (l/j/hab)	Consommation (m3/j)	Débit (l/s)
2008	6507	150	976,05	11,30
2016	7715		1154,25	13,36
2026	9544		1431,6	16,57

## Chapitre II : les besoins d'agglomération

Années	Population (hab)	Consommation (m <sup>3</sup> /j)	Débit (l/s)
2036	11807	1771,05	20,50
2046	14606	2190,9	25,36

D'après le Tableau n° I-7 les besoins domestiques à l'horizon 2046 est égal à : **2190,9 m<sup>3</sup>/j**

### **II.3.3 Besoins en eau des équipements :**

Les besoins en eaux des équipements à Beni Aziz est dépend de type équipements qui sont résumé dans le tableau n° I I-9

**Tableau n° I I-9 : besoins d'équipement de Beni Aziz**

N°	Equipement de Beni Aziz centre	Quantité	Unité	Capacité Unitaire	Dotation (l/j/u)	Debit moyen (m <sup>3</sup> /j)
1	Siège APC	1	Employé	150	15	2,25
2	Gendarmerie	1	Unité	70	15	1,05
3	Banque	1	Employé	50	15	0,75
4	unité de la protection civile	1	Employé	34	15	0,51
5	Tribunal	1	Employé	50	15	0,75
6	Daira	1	Employé	100	15	1,5
7	Agence fonciere	1	Employé	15	15	0,225
8	CNAS	1	Employé	40	15	0,6
9	Sureté urbaine	1	Employé	20	15	0,3
10	Garde communale	1	Employé	20	15	0,3
11	Centre de formation	1	Elève	250	25	6,25

## Chapitre II : les besoins d'agglomération

N°	Equipement de Beni Aziz centre	Quantité	Unité	Capacité	Dotation	Debit moyen
12	Lycée	1	Elève	900	25	22,5
13	CEM	2	Elève	777	25	19,425
14	Ecole	3	Elève	250	25	6,25
15	PTT	1	Employé	15	15	0,225
16	Policlinique	2	Patient	250	50	12,5
17	sub T.P	1	Employé	10	15	0,15
18	sub hydraulique	7	Employé	10	15	0,15
19	Bibliothèque	1	visiteur	100	10	1
20	Parc APC	1	Employé	30	20	0,6
21	Stade communal	1	visiteur	100	10	1
22	Mosquées	3	Fidel	400	25	10
N°	Equipement de Beni Aziz centre	Quantité	Unité	Capacité Unitaire	Dotation (l/j/u)	Debit moyen (m3/j)
23	Hotel	1	person	50	25	1,25
24	Equipement commercial	140	person	1	5	0,005
<b>TOTAL</b>						<b>89,54</b>

### II.3.4 Calcul de débit des eaux de consommation domestique et équipement :

Le debit total moyen de la commune de Beni Aziz : (chef-lieu) on peut résumer sur le tableau n° I-10 ci-dessous , pour horizon 2046 :

## Chapitre II : les besoins d'agglomération

Tableau n° I I-10 : tableau récapitulatif de la consommation moyenne totale.

Catégories de consommateurs	Consommation journalière (m <sup>3</sup> / j)
Domestiques	2190,9
Equipements	89,54
Somme	<b>2280,44</b>

### Conclusion :

Les besoins moyens journaliers futurs en eaux potable du site d'étude sont de **2280,44 m<sup>3</sup>/j**. D'après ce résultat on peut entamer le calcul des différents débits horaire.

# **Chapitre III : Caractéristique de la consommation**

## Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

### Introduction :

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il faut connaître le régime de consommation de l'agglomération qui est utile pour le régime du travail des éléments du système et leur dimensionnement.

La méthode la plus valable pour la détermination du régime de consommation est l'étude en analysant le fonctionnement du système de distribution dans l'agglomération existante. Par analogie avec cette méthode on adopte un régime ou bien un graphique de consommation d'eau pour l'agglomération considéré. [1]

### III. Caractéristique de la consommation :

#### III.1 Coefficient d'irrégularité :

##### III.1.1 Coefficient d'irrégularité maximale ( $K_{max,j}$ ) :

L'irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, nous oblige à tenir compte de cette variation en déterminant le rapport :

$$K_{max,j} = Q_{max,j} / Q_{moy}$$

Qui exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

Avec :

**$K_{max,j}$**  : Coefficient d'irrégularité maximum journalier ;

**$Q_{max,j}$**  : Débit de consommation maximum journalier ;

**$Q_{moy,j}$**  : Débit de consommation moyen journalier.

La valeur de  $K_{max,j}$  varie entre **1,1** et **1,3**. Pour notre cas on prend  **$K_{max,j} = 1,3$**

Ce coefficient nous indiquant de combien de fois la consommation maximale  $Q_{max,j}$  dépassera la moyenne de  $Q_{moy,j}$

## Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

### III.1.2 Coefficient d'irrégularité minimale ( $K_{min,j}$ ) :

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{min,j} = Q_{min,j} / Q_{moy,j}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation.  $K_{min,j}$  varie de **0,7** à **0,9**.

### III.1.3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ( $K_{max,h}$ ) :

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 :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}$$

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  $\alpha_{max} = 1,2$ .
- $\beta_{max}$  : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau n° III-10 donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau n° III-11 :  $\beta_{max}$  en fonction du nombre d'habitants**

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

### Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de **14606 hab**,

$$\beta_{\max} = 1,25$$

valeur de  $K_{\max,h}$  sera :

$$K_{\max,h} = 1,25 * 1,2 = 1,5$$

$$K_{\max,h} = 1,5$$

#### III.1.4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire ( $K_{\min,h}$ ) :

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} \cdot \beta_{\min}$$

Avec :

- $\alpha_{\min}$  : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, 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 N° III-11 donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau n° III-12 :  $\beta_{\min}$  en fonction du nombre d'habitants**

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

la valeur de  $K_{\min,h}$  sera :

$$K_{\min,h} = 0,5 * 0,72 = 0,36.$$

$$K_{\min,h} = 0,36$$

## Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

### III.2 Détermination des débits journaliers :

#### III.2.1 Consommation minimale journalière ( $Q_{\min,j}$ ) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année :

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} \cdot Q_{\text{moy},j}$$

On prend  $K_{\min,j}=0,9$  d'où  $Q_{\min,j} = 0,9 \cdot 2280,44 = 2052,4 \text{ m}^3/\text{j}$

$$Q_{\min,j} = 2052,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### III.2.2 Consommation maximale journalière ( $Q_{\max,j}$ ) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner le réservoir et la station de pompage.

Ce débit est donné ainsi :  $Q_{\max,j} = K_{\max,j} \cdot Q_{\text{moy},j}$  ,

Avec :

- $Q_{\max,j}$  : débit maximum journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$  ;
- $Q_{\text{moy},j}$  : débit moyen journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$  ;
- $K_{\max,j}$  : coefficient d'irrégularité maximale journalière , donc :

$$Q_{\max,j} = 1,3 \cdot 2280,44 = 2964,57 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\max,j} = 2964,57 \text{ m}^3/\text{j}$$

### III.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires dans une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau n° III-13 (annexe I) .

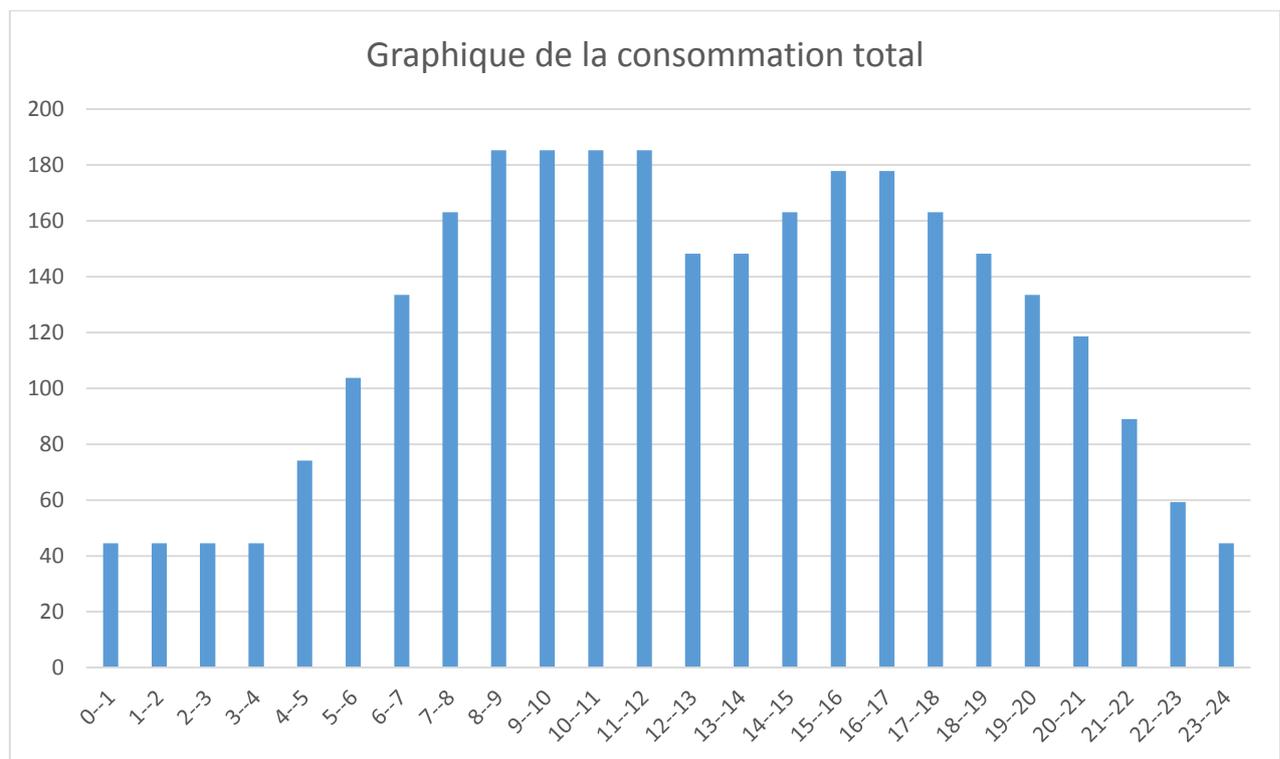
### Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

**Tableau n° III-13 : répartition des débits horaires de la ville de Beni Aziz**

Heures	Diagramme de consommation totale 2964,57 m <sup>3</sup> /j		Courbe intégrale de la Consommation	
	( h )	( % )	( m <sup>3</sup> /h )	( m <sup>3</sup> /h )
0--1	1,50	44,47	1,50	44,47
1--2	1,50	44,47	3,00	88,94
2--3	1,50	44,47	4,50	133,41
3--4	1,50	44,47	6,00	177,87
4--5	2,50	74,11	8,50	251,99
5--6	3,50	103,76	12,00	355,75
6--7	4,50	133,41	16,50	489,15
7--8	5,50	163,05	22,00	652,21
8--9	6,25	185,29	28,25	837,49
9--10	6,25	185,29	34,50	1022,78
10--11	6,25	185,29	40,75	1208,06
11--12	6,25	185,29	47,00	1393,35
12--13	5,00	148,23	52,00	1541,58
13--14	5,00	148,23	57,00	1689,80
14--15	5,50	163,05	62,50	1852,86
15--16	6,00	177,87	68,50	2030,73
16--17	6,00	177,87	74,50	2208,60
17--18	5,50	163,05	80,00	2371,66
18--19	5,00	148,23	85,00	2519,88

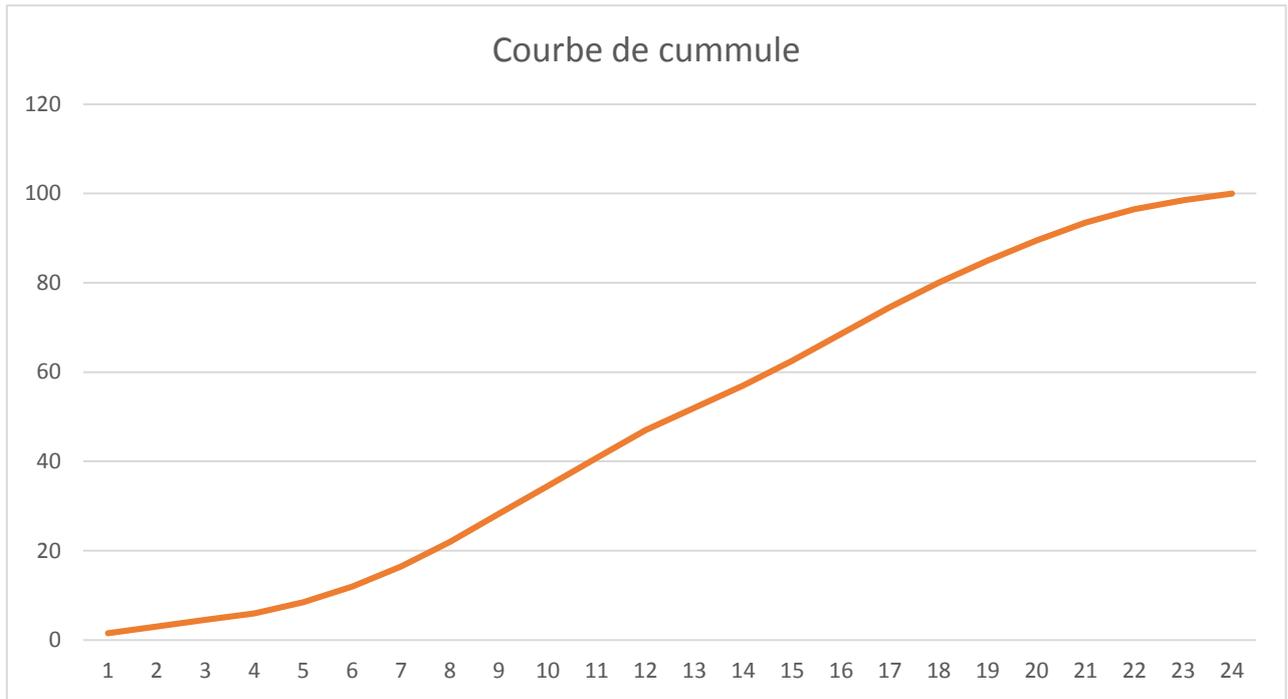
### Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

Heures	Diagramme de consommation totale 2964,57 m3/j	Courbe intégrale de la Consommation	Heures	Diagramme de consommation totale 2964,57 m3/j
19--20	4,50	133,41	89,50	2653,29
20--21	4,00	118,58	93,50	2771,87
21--22	3,00	88,94	96,50	2860,81
22--23	2,00	59,29	98,50	2920,10
23--24	1,50	44,47	100,00	2964,57
<b>Somme</b>	100%	<b>2964,57</b>		



**Figure III-2 : Graphique de la consommation Totale pour l'agglomération**

## Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.



**Figure III-3 : Graphique de la consommation cumulée pour l'agglomération**

### **III.4 Détermination des débits horaires :**

#### **III.4.1 Débit moyen horaire :**

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy,h}} = Q_{\text{max,j}}/24$$

Avec :

- $Q_{\text{moy,h}}$  : débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h ;
- $Q_{\text{max,j}}$  : débit maximum journalier en m<sup>3</sup>/j ;

Donc :  $Q_{\text{moy,h}} = 2964,57 / 24 = 123,52 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_{\text{moy,h}} = 123,52 \text{ m}^3/\text{h} = 34,31 \text{ l/s}$$

#### **III.4.2 Détermination du 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 :

$$Q_{\text{max,h}} = K_{\text{max,h}} \cdot Q_{\text{moy,h}}$$

Avec :

## Chapitre III : Caractéristiques de la consommation.

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

On a donc :

$$Q_{\max,h} = 1,5 * 123,52 = \mathbf{185,29 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{51,47 \text{ l/s}}$$

### III.4.3 Détermination du débit minimum horaire

Ce débit joue un rôle important dans le calcul du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\min,h} = K_{\min,h} \cdot Q_{\text{moy},h}$$

Avec :

- **Q<sub>moy,h</sub>** : débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h ;
- **Q<sub>min,h</sub>** : débit minimum horaire en m<sup>3</sup>/h ;
- **K<sub>min,h</sub>** : coefficient d'irrégularité minimale horaire ;

On a donc:

$$Q_{\min,h} = 0,36 * 123,52 = \mathbf{44,47 \text{ m}^3/\text{h}} = \mathbf{12,35 \text{ l/s}}$$

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre on a calculé les différents coefficients d'irrégularité et les débits horaire donc on peut entamer le travail sur le dimensionnement de notre réseau et la vérification des ouvrages de stockages.

## **Chapitre IV : Etude du réservoir**

## Chapitre IV : Etude du réservoir

### **Introduction :**

Les réservoirs sont des ouvrages hydrauliques aménagés pour contenir l'eau, soit potable destinée à la consommation publique ou à l'usage industrielle.

Dans notre projet, nous allons utiliser deux réservoirs jumelés existants avec les caractéristiques suivantes :

- Côte radier des deux réservoirs est de 807 m.
- Côte du trop-plein des deux est de 812 m.
- Volume des deux est de 500 m<sup>3</sup>.

### **IV.1 Rôle des réservoirs : [1]**

Les rôles d'un réservoir se résument comme suit :

- Régularisation le fonctionnement de la station de pompage.
- Rôle d'emmagasinement pendant les heures creuses de la consommation et restitution de l'eau pendant les autres heures de consommation importante.
- Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
- Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Jouer le rôle de relais.
- Assure la continuité de la distribution en cas d'arrêt de la pompe.
- Assure la réserve d'incendie.

### **IV.2 Emplacement des réservoirs :**

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre.

Malgré l'existence du réservoir, son site doit respecter les aspects suivants :

- Il est préférable que le remplissage de réservoir doive être gravitairement pour des raisons économiques.

## Chapitre IV : Etude du réservoir

- Doit être de préférence en extrémité du réseau ou à la proximité du centre important de consommation en eau.
- L'alimentation du réseau doit se faire par gravité. C'est-à dire que la côte du radier doit être supérieure à la côte piézométrique maximale dans le réseau.

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

Les réservoirs peuvent être classés selon :

#### **A) Leurs positions par rapport au sol :**

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Surélevés ou sur tour appelés aussi châteaux d'eau.

#### **B) Leurs formes :**

- Circulaires.
- Carrés et rectangulaires.
- De forme quelconque.

#### **C) La nature du matériau de construction :**

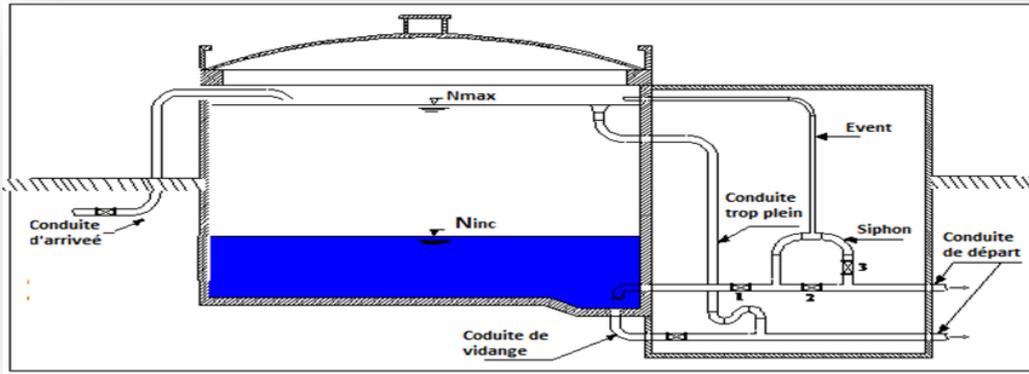
- Les réservoirs métalliques.
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé ordinaire ou précontraint.

### **IV.4 Choix du type de réservoir**

Dans note cas deux réservoirs circulaires semi-enterrés jumelée sont projeté pour les motifs suivants :

- L'étude architecturale est simplifiée.
- L'étanchéité est facile à réaliser.
- Conservation de l'eau à une température constante.
- Les frais de terrassement sont moins onéreux.

Le réservoir de type semi-enterré est schématisé dans la figure (IV.8) suivante :



**Figure (IV.4) : Coupe transversale d'un réservoir de stockage de type semi-enterré.**

#### **IV.5 Equipement du réservoir : [1]**

- Un réservoir doit être équipé :
- D'une conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- D'une conduite de départ ou de distribution.
- D'une conduite de trop-plein
- D'un système de matérialisation d'incendie
- D'une conduite by-pass.

##### **IV.5.1 Conduite d'arrivée ou d'adduction :**

C'est la conduite qui assure l'apport du réservoir, cette conduite doit arriver dans la cuve du réservoir soit :

- Par surverse
- Par le bas
- Par le fond de la cuve

##### **IV.5.2 Conduite de départ ou de distribution :**

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à (15 à 20 cm) au-dessus du radier afin d'éviter l'introduction des matières et sables décantés dans la cuve

##### **IV.5.3 Conduite de trop plein :**

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple à emboîtement.

## Chapitre IV : Etude du réservoir

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

### **IV.5.4 Conduite de vidange :**

La conduite de vidange se trouve au point le plus bas du réservoir, elle permet la vidange du réservoir pour l'entretien ou le nettoyage. A cet effet, le radier du réservoir est conçu avec une pente vers son origine. Cette conduite est raccordée à la conduite de trop-plein et comporte un robinet-vanne.

### **IV.5.5 Conduite by-pass :**

Elle relie la conduite d'arrivée à celle de distribution et assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir, son principe de fonctionnement est le suivant :

- Fonctionnement normal : les vannes 1 et 2 sont ouvertes, la vanne 3 est fermée.
- En by-pass : les vannes 1 et 2 sont fermées, la vanne 3 est ouverte.
- 

### **IV.6 Comparaison entre le volume calculé et le volume existant :**

Pour satisfaire les besoins de l'agglomération, le réservoir doit avoir une capacité suffisante.

Pour notre projet note réservoir est alimenté gravitairement d'après le château d'eau donc pour déterminer la capacité du réservoir on utilise la formule suivant :

$$V_R = V_u + V_{inc}$$

Avec :

- $V_R$  : volume du réservoir en m<sup>3</sup> ;
- $V_{inc}$  : volume d'incendie = 120m<sup>3</sup>

$$V_u = 4 \times (K_p \times Q_{moyh} - Q_{moyh}) \text{ [m}^3\text{]}$$

Avec :

$$K_p = K_{max,h}$$

$$K_p = 1,5$$

#### Chapitre IV : Etude du réservoir

$$V_u = 4 \times (1,5 \times 123,52 - 123,52)$$

$$V_u = 241,04 \text{ m}^3$$

**Donc :**

$$V_R = V_u + V_{inc} = 241,04 + 120$$

$$V_R = 361,04 \text{ m}^3$$

#### **Conclusion :**

La capacité totale des deux réservoirs jumelés est de  $500 \text{ m}^3$ , alors que le volume calculé est estimé à  $361,04 \text{ m}^3$ . La capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération.

# **Chapitre V : Réseau de distribution**

## **Chapitre V : réseau de distribution**

### **V.1. Définition :**

La distribution a pour fonction non seulement d'amener l'eau à proximité des points d'utilisation mais aussi de la fournir avec une pression suffisante pour atteindre le point le plus défavorable des immeubles, et y alimenter de divers appareils. Elle s'effectue par un réseau de conduites sous-pression, dimensionnées pour permettre le passage en chaque point du débit maximal prévisible.

### **V.2. Classification des réseaux : [2]**

Les réseaux de distribution peuvent être classés comme suit :

- Réseau maillé.
- Réseau ramifié.
- Réseau étagé.
- Réseau combiné.

#### **V.2.1. Réseau ramifié :**

Le réseau ramifié, dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés d'aval.

Ce type de réseau est généralement opté pour les zones rurales.

#### **V.2.2. Réseau maillé :**

Le réseau maillé est constitué principalement d'une série de canalisations qui forment des boucles fermées, cela permet l'alimentation en retour. Une simple manœuvre de robinet permet d'isoler le tronçon accidenté et poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés d'aval.

Ce type de réseau est utilisé en général dans les zones urbaines pratiquement plates, et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés.

## **Chapitre V : réseau de distribution**

### **V.2.3. Réseau étagé :**

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable, il arrive que celle-ci présente des différences de niveaux importantes. La distribution par le réservoir projeté donne de fortes pressions aux points bas (Les normes des pressions ne sont pas respectées). L'installation d'un réservoir intermédiaire alimenté par le premier, régularise la pression dans le réseau. Ce type de réseau est appelé réseau étagé.

### **V.2.4. Réseau combiné :**

Un réseau dit combiné (ramifié et maillé) lorsqu'il est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillé. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par ramification issues des mailles utilisées dans le centre de cette ville, il est opté aussi pour des agglomérations qui présentent des endroits plats et d'autres accidentés.

### **V.3. Choix du réseau à adopter :**

Le réseau de distribution de la commune de Beni Aziz est de type combiné, et d'après une étude de diagnostic faite par le service technique de la subdivision en collaboration avec un bureau d'étude, le nombre de fuites est de 5 à 8 fuites par mois. Le réseau est en acier galvanisé et en PVC dépassant les 30 ans ce qui le rend vétuste, il ne répond plus au besoin de satisfaction des abonnés, ajoutant aussi les branchements anarchiques frauduleux de certains abonnés. Ces critères d'analyse de la situation exigent la rénovation de ce réseau.

### **V.4. Choix du matériau des conduites :**

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

#### **V.4.1. Tuyaux en fonte :**

Ce type de conduites présente plusieurs avantages [3]:

- Bonne résistance aux forces internes.

## Chapitre V : réseau de distribution

- Bonne résistance à la corrosion.
- Très rigides et solides.

L'inconvénient de ce type de conduites est qu'elles sont très lourdes, très chers et non disponibles sur le marché.

### V.4.2. Tuyaux en acier :

Ce type de conduites présente les avantages suivants [3] :

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose.
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient majeur est la corrosion.

### V.4.3. Tuyaux en PVC (Polychlorure de Vinyle non Plastifié) :

Ce type de conduites présente les avantages suivants [3]:

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.

Leur inconvénient réside dans le risque de rupture.

### V.4.4. Tuyaux en PEHD :

Ce type de conduites présente les avantages suivants [3] :

- Bonne élasticité.
- Fiable au niveau des branchements, pas de fuite.
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible).
- Bonne stabilité de tension et résistance à la tension.
- Bonne résistance aux hautes températures (90°C).
- La conduite peut être allongée 3 fois avant qu'elle atteigne sa limite de rupture.
- Bonne résistance à la corrosion.
- Facilité de pose.
- Disponible sur le marché.

## **Chapitre V : réseau de distribution**

Vu les avantages que présentent les conduites en PEHD, on opte pour ce type de canalisations.

### **V.5. Conception du réseau :**

Plusieurs facteurs ont une influence sur la conception du réseau, à savoir :

- L'emplacement des quartiers et le souci d'assurer un service souple et régulier.
- L'emplacement des consommateurs principaux.
- Le relief.

### **V.6. Principe de tracé du réseau :**

Pour tracer le réseau, il y a un certain nombre de conditions qu'il faut respecter à savoir :

- Choisir le lien de consommation principal.
- Déterminer le sens principal de la masse ou de la quantité totale d'eau.
- Il faut tracer les conduites maîtresses à travers les quartiers pour lesquelles il faut prévoir les lignes secondaires.

### **V.7. Calcul hydraulique du réseau de distribution :**

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé et celui ramifié.
- On détermine le débit spécifique en considérant les débits en route.
- On calcule les débits en route pendant les heures considérées (l'heure de pointe et l'heure d'incendie).
- Connaissant les débits en route et ceux concentrés, on détermine les débits supposé concentrés aux nœuds.

## Chapitre V : réseau de distribution

### V.7.1. Détermination des débits :

#### V.7.1.1. Débit spécifique :

Pour le calcul, on admet l'hypothèse que la consommation domestique est répartie régulièrement sur la longueur du réseau de distribution, on utilise donc la notion de débit spécifique en l/s/ml. Ce débit qui est fonction du linéaire de la conduite, se calcule comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{maxh}}{\sum L} \quad (V.1)$$

Avec :

- $Q_{maxh}$  : Débit de maximum horaire (l/s) qui est de **51,47 l/s** .
- $\sum L$  : Somme des longueurs du réseau en (m), qui est de **9130 m** .

$$Q_{sp} = \frac{51,47}{\sum L 9130} = 0,0056375 \text{ l/s/ml}$$

$$Q_{sp} = 0,0056375 \text{ l/s/ml}$$

#### V.7.1.2. Débit en route :

Le débit en route de chaque tronçon est le produit de sa longueur par le débit spécifique, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} \cdot l_i \quad (V.2)$$

Avec :

- $Q_r$  : Débit en route (l/s).
- $Q_{sp}$ : Débit spécifique (l/s/ml) qui est de **0,0056375 l/s/ml** pour la commune de Beni Aziz.
- $l_i$  : Longueur du tronçon concerné (m).

#### V.7.1.3. Débits aux nœuds (nodaux) :

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 :

## Chapitre V : réseau de distribution

$$Q_{ni} = Q_{ci} + 0,5 \cdot \sum Q_{ri} \quad (V.3)$$

D'où :

- $Q_{ni}$  : Débit nodal du nœud concerné.
- $\sum Q_{ri}$  : Somme des débits en route des tronçons qui entourent le nœud i.
- $Q_{ci}$  : Débit concentré au nœud i en (l/s).

Les résultats des différents calculs sont donnés dans ce qui suit :

Cas de pointe :

**Tableau n° V-14** : Débits en route et débits nodaux pour le cas de pointe.

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débits nodaux (l/s)
1	1--2	155	0,0056375	0,87	0,44
	2--1	155		0,87	0,73
2	2--3	65		0,37	0,22
	2--4	39		0,22	
3	3--2	65		0,37	0,18
4	4--2	39		0,22	0,83
	4--5	125		0,70	
	4--6	132		0,74	
5	5--4	125		0,70	0,35
6	6--4	132		0,74	1,01
	6--7	75		0,42	
	6--13	153		0,86	
7	7--6	75		0,42	0,93
	7--8	116		0,65	
	7--9	80		0,45	
	7--10	60		0,34	
8	8--7	116	0,65	0,33	
9	9--7	80	0,45	0,23	
10	10--7	60	0,34	1,10	
	10--11	79	0,45		
	10--12	253	1,43		
11	11--10	79	0,45	0,22	
12	12--10	253	1,43	0,71	
13	13--6	153	0,86	1,92	
	13--14	131	0,74		
	13--36	396	2,23		

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>14</b>	14--13	131	0,0056375	0,74	1,63
	14--15	94		0,53	
	14--23	352		1,98	
<b>15</b>	15--14	94		0,53	2,08
	15--16	294		1,66	
	15--17	349		1,97	
<b>16</b>	16--15	294		1,66	0,83
<b>17</b>	17--15	349		1,97	2,62
	17--18	422		2,38	
	17--24	159		0,90	
<b>18</b>	18--17	422		2,38	3,03
	18--19	405		2,28	
	18--24	247		1,39	
<b>19</b>	19--18	405		2,28	2,75
	19--23	374		2,11	
	19--20	197		1,11	
<b>20</b>	20--19	197		1,11	1,26
	20--21	95		0,54	
	20--22	155		0,87	
<b>21</b>	21--20	95		0,54	0,27
<b>22</b>	22--20	155		0,87	0,44
<b>23</b>	23--14	352		1,98	2,69
	23--24	230		1,30	
	23--19	374		2,11	
<b>24</b>	24--17	159		0,90	2,79
	24--23	230		1,30	
	24--25	355		2,00	
	24--18	247		1,39	
<b>25</b>	25--24	355	2,00	1,84	
	25--26	65	0,37		
	25--27	67	0,38		
	25--28	165	0,93		
<b>26</b>	26--25	65	0,37	0,18	
<b>27</b>	27--25	67	0,38	0,19	
<b>28</b>	28--25	165	0,93	0,93	
	28--29	65	0,37		
	28--30	100	0,56		
<b>29</b>	29--28	65		0,37	0,18

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>30</b>	30--28	100	0,0056375	0,56	0,89
	30--31	98		0,55	
	30--32	78		0,44	
	30--33	38		0,21	
<b>31</b>	31--30	98		0,55	0,28
<b>32</b>	32--30	78		0,44	0,22
<b>33</b>	33--30	38		0,21	0,51
	33--34	84		0,47	
	33--35	60		0,34	
<b>34</b>	34--33	84		0,47	0,24
<b>35</b>	35--33	60		0,34	0,17
<b>36</b>	36--13	396		2,23	1,77
	36--37	63		0,36	
	36--38	139		0,78	
	36--39	30		0,17	
<b>37</b>	37--36	63		0,36	0,18
<b>38</b>	38--36	139		0,78	0,39
<b>39</b>	39--36	30		0,17	0,77
	39--40	108		0,61	
	39--41	134		0,76	
<b>40</b>	40--39	108		0,61	0,30
<b>41</b>	41--39	134		0,76	1,09
	41--42	92		0,52	
	41--43	162		0,91	
<b>42</b>	42--41	92		0,52	0,26
<b>43</b>	43--41	162		0,91	1,69
	43--44	22		0,12	
	43--48	415		2,34	
<b>44</b>	44--43	22		0,12	1,30
	44--51	417		2,35	
	44--45	23		0,13	
<b>45</b>	45--44	23		0,13	0,95
	45--46	141		0,79	
	45--47	172		0,97	
<b>46</b>	46--45	141		0,79	0,40
<b>47</b>	47--45	172		0,97	0,48
<b>48</b>	48--43	415		2,34	2,09
	48--49	145		0,82	
	48--50	183		1,03	
<b>49</b>	49--48	145		0,82	0,41
<b>50</b>	50--48	183		1,03	0,52

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>51</b>	51--44	417	0,0056375	2,35	2,52
	51--52	137		0,77	
	51--53	340		1,92	
<b>52</b>	52--51	137		0,77	0,39
<b>53</b>	53--51	340		1,92	0,96
				<b>Somme</b>	<b>51,47</b>

### Cas de pointe plus incendie :

C'est le même cas que l'heure de pointe sauf qu'on injecte le débit incendie qui est égal à 17 l/s dans le réseau.

**Tableau n° V-15** : Débits en route et débits nodaux pour le cas de pointe plus incendie.

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>1</b>	1--2	155	0,0056375	0,87	0,44
<b>2</b>	2--1	155		0,87	0,73
	2--3	65		0,37	
	2--4	39		0,22	
<b>3</b>	3--2	65		0,37	0,18
<b>4</b>	4--2	39		0,22	0,83
	4--5	125		0,70	
	4--6	132		0,74	
<b>5</b>	5--4	125		0,70	0,35
<b>6</b>	6--4	132		0,74	1,01
	6--7	75		0,42	
	6--13	153		0,86	
<b>7</b>	7--6	75		0,42	0,93
	7--8	116		0,65	
	7--9	80		0,45	
	7--10	60		0,34	
<b>8</b>	8--7	116		0,65	0,33
<b>9</b>	9--7	80	0,45	0,23	
<b>10</b>	10--7	60	0,34	1,10	
	10--11	79	0,45		
	10--12	253	1,43		
<b>11</b>	11--10	79	0,45	0,22	

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>12</b>	12--10	253	0,0056375	1,43	0,71
<b>13</b>	13--6	153		0,86	1,92
	13--14	131		0,74	
	13--36	396		2,23	
<b>14</b>	14--13	131		0,74	1,63
	14--15	94		0,53	
	14--23	352		1,98	
<b>15</b>	15--14	94		0,53	2,08
	15--16	294		1,66	
	15--17	349		1,97	
<b>16</b>	16--15	294		1,66	0,83
<b>17</b>	17--15	349		1,97	2,62
	17--18	422		2,38	
	17--24	159		0,90	
<b>18</b>	18--17	422		2,38	3,03
	18--19	405		2,28	
	18--24	247		1,39	
<b>19</b>	19--18	405		2,28	2,75
	19--23	374		2,11	
	19--20	197		1,11	
<b>20</b>	20--19	197		1,11	1,26
	20--21	95		0,54	
	20--22	155		0,87	
<b>21</b>	21--20	95		0,54	0,27
<b>22</b>	22--20	155		0,87	0,44
<b>23</b>	23--14	352		1,98	19,69
	23--24	230		1,30	
	23--19	374		2,11	
<b>24</b>	24--17	159		0,90	2,79
	24--23	230		1,30	
	24--25	355	2,00		
	24--18	247	1,39		
<b>25</b>	25--24	355	2,00	1,84	
	25--26	65	0,37		
	25--27	67	0,38		
	25--28	165	0,93		
<b>26</b>	26--25	65	0,37	0,18	
<b>27</b>	27--25	67	0,38	0,19	
<b>28</b>	28--25	165	0,93	0,93	
	28--29	65	0,37		
	28--30	100	0,56		

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
<b>29</b>	29--28	65	0,0056375	0,37	0,18
<b>30</b>	30--28	100		0,56	0,89
	30--31	98		0,55	
	30--32	78		0,44	
	30--33	38		0,21	
<b>31</b>	31--30	98		0,55	0,28
<b>32</b>	32--30	78		0,44	0,22
<b>33</b>	33--30	38		0,21	0,51
	33--34	84		0,47	
	33--35	60		0,34	
<b>34</b>	34--33	84		0,47	0,24
<b>35</b>	35--33	60		0,34	0,17
<b>36</b>	36--13	396		2,23	1,77
	36--37	63		0,36	
	36--38	139		0,78	
	36--39	30		0,17	
<b>37</b>	37--36	63		0,36	0,18
<b>38</b>	38--36	139		0,78	0,39
<b>39</b>	39--36	30		0,17	0,77
	39--40	108		0,61	
	39--41	134		0,76	
<b>40</b>	40--39	108		0,61	0,30
<b>41</b>	41--39	134		0,76	1,09
	41--42	92		0,52	
	41--43	162		0,91	
<b>42</b>	42--41	92		0,52	0,26
<b>43</b>	43--41	162		0,91	1,69
	43--44	22		0,12	
	43--48	415		2,34	
<b>44</b>	44--43	22		0,12	1,30
	44--51	417		2,35	
	44--45	23		0,13	
<b>45</b>	45--44	23		0,13	0,95
	45--46	141		0,79	
	45--47	172		0,97	
<b>46</b>	46--45	141		0,79	0,40
<b>47</b>	47--45	172		0,97	0,48
<b>48</b>	48--43	415		2,34	2,09
	48--49	145		0,82	
	48--50	183		1,03	
<b>49</b>	49--48	145		0,82	0,41

## Chapitre V : réseau de distribution

No des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons(m)	Débit spécifique (l/s/ml)	débit en route (l/s)	débites nodaux (l/s)
50	50--48	183	0,0056375	1,03	0,52
51	51--44	417		2,35	2,52
	51--52	137		0,77	
	51--53	340		1,92	
52	52--51	137		0,77	0,39
53	53--51	340		1,92	0,96
				<b>Somme</b>	<b>68,47</b>

### Remarque :

Le cas de pointe plus incendie à un débit horaire égal au débit de pointe plus le débit d'incendie sachant que c'est le débit nécessaire pour lutter contre l'incendie. Il est de 120 m<sup>3</sup> pendant une durée de 2 heures i.e. 17 l/s. On positionne le débit d'incendie au point le plus défavorable du réseau comme un débit concentré « c'est-à-dire le nœud 23 dans notre réseau ». Il sera fourni par le réservoir de stockage.

$$Q_{\max h+inc} = 51,47 + 17 = 68,47 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max h+ inc} = 68,47 \text{ l/s.}$$

La répartition des débits en route et débits nodaux est similaire à celle du cas précédant sauf pour le nœud le plus défavorable « nœud 23 dans notre réseau » d'où on soutire en même temps le débit nodale et le débit d'incendie de 17 l/s.

#### **V.7.1.4. Répartition des débits :**

La répartition des débits selon le cas de pointe est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau n° V-16** : répartition des débits dans chaque tronçon.

Tronçon	Longueur (m)	Débit en route (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Diamètre (mm)
R-1--2	155	0,87	48,14	250
2--3	65	0,37	0,20	32
2--4	39	0,22	47,19	250
4--5	125	0,70	0,39	32
4--6	132	0,74	46,03	250
6--7	75	0,42	3,55	75
6--13	153	0,86	41,89	250
7--8	116	0,65	0,36	32
7--9	80	0,45	0,25	32

## Chapitre V : réseau de distribution

Tronçon	Longueur (m)	Débit en route (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Diamètre (mm)
7--10	60	0,34	2,06	75
10--11	79	0,45	0,24	32
10--12	253	1,43	0,78	40
13--14	131	0,74	24,30	160
13--36	396	2,23	17,58	160
14--15	94	0,53	7,89	110
14--23	352	1,98	7,9	110
15--16	294	1,66	0,91	40
15--17	349	1,97	6,19	110
17--18	422	2,38	1,7	75
17--24	159	0,90	1,8	75
18--19	405	2,28	0,91	40
18--24	247	1,39	1,59	50
19--20	197	1,11	2,02	75
19--23	374	2,11	3,5	75
20--21	95	0,54	0,29	32
20--22	155	0,87	0,48	32
23--24	230	1,30	1,63	75
24--25	355	2,00	6,62	110
25--26	65	0,37	0,20	32
25--27	67	0,38	0,21	32
25--28	165	0,93	3,46	75
28--29	65	0,37	0,20	32
28--30	100	0,56	2,33	75
30--31	98	0,55	0,30	32
30--32	78	0,44	0,24	32
30--33	38	0,21	0,93	40
33--35	60	0,34	0,19	32
33--34	84	0,47	0,26	32
36--37	63	0,36	0,20	32
36--38	139	0,78	0,43	40
36--39	30	0,17	14,14	160
39--40	108	0,61	0,33	40
39--41	134	0,76	13,09	160
41--42	92	0,52	0,29	40
41--43	162	0,91	11,75	160
43--44	22	0,12	7,00	110
44--45	23	0,13	1,84	63
44--51	417	2,35	3,98	75
45--46	141	0,79	0,44	40
45--47	172	0,97	0,53	40

## Chapitre V : réseau de distribution

Tronçon	Longueur (m)	Débit en route (l/s)	Débit de tronçon (l/s)	Diamètre (mm)
43--48	415	2,34	3,14	75
48--49	145	0,82	0,45	40
48--50	183	1,03	0,57	40
51--52	137	0,77	0,42	40
51--53	340	1,92	1,05	50

### V.7.1.5. Détermination des diamètres avantageux dans le réseau :

Pour déterminer les diamètres avantageux (écoulement gravitaire) on se base sur le tableau suivant « tableau n° V- 17 » qui donne les diamètres avantageux en fonction des débits limites « tableau n° V- 18 ».

**Tableau n° V- 17** : Les diamètres avantageux en fonction des débits limitent.

<b>Ø (mm)</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>150</b>	<b>200</b>
<b>Q (l/s)</b>	0 – 2,19	2,2 – 5,2	5,2 – 9,1	9,1 – 13,8	13,8 -23,6	23,6 - 44
<b>Ø (mm)</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	
<b>Q (l/s)</b>	44 - 71	71 - 103	103 - 144	144 - 217	217 - 505	

**Tableau n° V- 18** : Détermination des diamètres avantageux du réseau.

Tronçon	Diamètre (mm)
R-1--2	250
2--3	50
2--4	250
4--5	50
4--6	250
6--7	75
6--13	250
7--8	50
7--9	50
7--10	75
10--11	50
10--12	50
13--14	150
13--36	150
14--15	100
14--23	100
15--16	50

## Chapitre V : réseau de distribution

<b>Tronçon</b>	<b>Diamètre (mm)</b>
15--17	100
17--18	75
17--24	75
18--19	50
18--24	50
19--20	75
19--23	75
20--21	50
20--22	50
23--24	75
24--25	100
25--26	50
25--27	50
25--28	75
28--29	50
28--30	75
30--31	50
30--32	50
30--33	50
33--35	50
33--34	50
36--37	50
36--38	50
36--39	150
39--40	50
39--41	150
41--42	50
41--43	150
43--44	100
44--45	75
44--51	75
45--46	50
45--47	50
43--48	75
48--49	50
48--50	50
51--52	50
51--53	50

## Chapitre V : réseau de distribution

### V.8. Calcul de réseau :

On procède à la simulation des différents paramètres du réseau à l'aide du logiciel EPANET ; Les résultats des simulations sont retranscrits par la suite, selon le mode de fonctionnement du réseau ;

#### ➤ **Définition d'EPANET :**

C'est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de la qualité de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour de l'eau et de suivre l'origine de l'eau (voir dépistage de sources).

#### ➤ **Répartition définitive des débits et des pressions :**

#### Cas de pointe :

Les pressions en chaque nœud sont représentées dans le tableau n° V- 19 ;  
Ainsi que les débits transitant dans les conduites dans le tableau n° V- 20.

**Tableau n° V- 19** : État des Nœuds du Réseau (pointe)

Nœud	Altitude (m)	Demande LPS	Charge (m)	pression (m)
réservoir	812	-51,47	812,00	0
nœud 1	781,568	0,44	811,95	30,38
nœud 2	787,143	0,73	811,20	24,06
nœud 3	795,932	0,18	810,58	14,65
nœud 4	781,568	0,83	810,99	29,42
nœud 5	779,592	0,35	809,65	30,06
nœud 6	767,949	1,01	810,39	42,44
nœud 7	762,012	0,93	809,97	47,96
nœud 8	761,206	0,33	808,86	47,65
nœud 9	756,403	0,23	808,77	52,37
nœud 10	751,284	1,1	808,12	56,84
nœud 11	756,23	0,22	807,04	50,81
nœud 12	748,323	0,71	798,10	49,78
nœud 13	761,056	1,92	809,79	48,73
nœud 14	752,859	1,63	809,24	56,38
nœud 15	739,084	2,08	808,93	69,85
nœud 16	728,389	0,83	803,74	75,35

## Chapitre V : réseau de distribution

Nœud	Altitude (m)	Demande LPS	Charge (m)	pression (m)
nœud 17	720,508	2,62	808,10	87,59
nœud 18	699,053	3,03	805,51	106,46
nœud 19	706,429	2,75	803,61	97,18
nœud 20	696,338	1,26	785,12	88,78
nœud 21	702,855	0,27	783,21	80,35
nœud 22	682,166	0,44	782,59	100,42
nœud 23	736,863	2,69	807,41	70,55
nœud 24	717,599	2,79	807,84	90,24
nœud 25	685,641	1,84	795,02	109,38
nœud 26	681,929	0,18	794,41	112,48
nœud 27	676,063	0,19	794,32	118,26
nœud 28	672,253	0,93	792,64	120,39
nœud 29	662,63	0,18	792,02	129,39
nœud 30	666,211	0,89	792,39	126,18
nœud 31	673,273	0,28	790,27	117
nœud 32	660,612	0,22	791,31	130,7
nœud 33	673,768	0,51	789,91	116,14
nœud 34	679,34	0,24	788,55	109,21
nœud 35	676,5	0,17	789,39	112,89
nœud 36	757,204	1,77	809,09	51,89
nœud 37	758,337	0,18	808,50	50,16
nœud 38	752,965	0,39	807,28	54,31
nœud 39	748,835	0,77	808,71	59,87
nœud 40	745,353	0,3	807,83	62,48
nœud 41	731,082	1,09	807,33	76,25
nœud 42	726,731	0,26	805,61	78,88
nœud 43	724,186	1,69	806,00	81,81
nœud 44	725,479	1,3	805,51	80,03
nœud 45	729,328	0,95	805,40	76,07
nœud 46	728,596	0,4	803,47	74,87
nœud 47	732,676	0,48	802,10	69,42
nœud 48	703,171	2,09	794,87	91,7
nœud 49	696,921	0,41	792,79	95,87
nœud 50	696,164	0,52	790,79	94,63
nœud 51	732,059	2,52	802,78	70,72
nœud 52	720,302	0,39	800,98	80,68
nœud 53	734,518	0,96	794,84	60,32

### Remarque :

Il y a des nœuds avec des pressions très élevées donc on a besoin des vannes réducteur de pression pour diminuer cette pression-là.

## Chapitre V : réseau de distribution

### V.8.1 Vanne réducteur de pression :

Cet appareil réduit la pression de l'eau qui le traverse, et permet d'obtenir à sa sortie une valeur réglée et constante. Installé à l'entrée du réseau d'eau (pour un pavillon comme pour un appartement) il protège toute l'installation des problèmes dus à un excès de pression : bruits dans les canalisations, coups de bélier, éclaboussures, usures prématurées des appareils électroménagers et des robinetteries. Le réducteur de pression est un appareil totalement autonome.



Figure V. 5 : vanne réducteur de pression.

#### V.8.1.1 Manomètre : l'accessoire indispensable

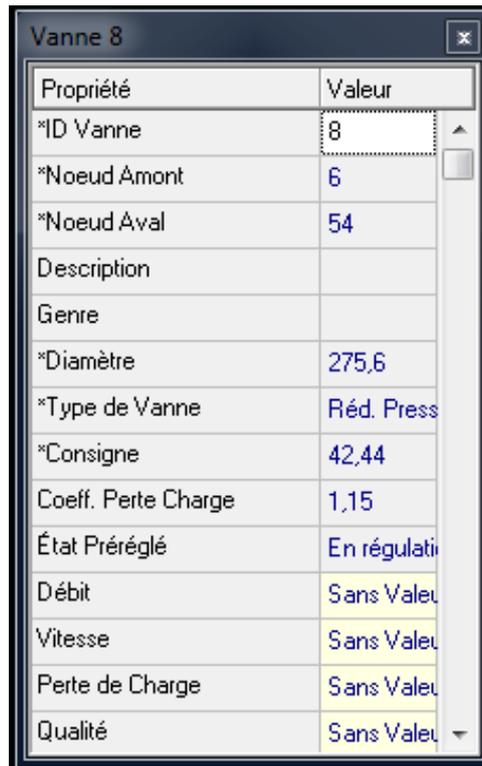
Le manomètre permet la lecture directe de la pression et autorise ainsi un réglage précis du réducteur aux conditions locales de l'installation. Le manomètre ne doit pas rester sous pression, prévoir un robinet d'isolement.

Dans EPANET il faut injecter une consigne pour la vanne réducteur de pression.

Pour note cas :

## Chapitre V : réseau de distribution

➤ Pour la vanne numéro 1 :



Propriété	Valeur
*ID Vanne	8
*Noeud Amont	6
*Noeud Aval	54
Description	
Genre	
*Diamètre	275,6
*Type de Vanne	Réd. Press
*Consigne	42,44
Coeff. Perte Charge	1,15
État Préréglé	En régulation
Débit	Sans Valeur
Vitesse	Sans Valeur
Perte de Charge	Sans Valeur
Qualité	Sans Valeur

Figure V.6 : vanne numéro 1.

Pour la vanne 2 :



Propriété	Valeur
*ID Vanne	vanne2
*Noeud Amont	24
*Noeud Aval	56
Description	
Genre	
*Diamètre	100
*Type de Vanne	Réd. Press
*Consigne	47,86
Coeff. Perte Charge	1,15
État Préréglé	En régulation
Débit	Sans Valeur
Vitesse	Sans Valeur
Perte de Charge	Sans Valeur
Qualité	Sans Valeur

Figure V.7 : vanne numéro 2.

## Chapitre V : réseau de distribution

**Tableau n° V- 20** : État des Nœuds du Réseau (pointe avec vanne rédacteur de pression).

Nœud	Altitude (m)	Demande LPS	Charge (m)	pression (m)
<b>réservoir</b>	812	-51,47	812,00	0
nœud 1	781,568	0,44	811,95	30,38
nœud 2	787,143	0,73	811,20	24,06
nœud 3	795,932	0,18	810,58	14,65
nœud 4	781,568	0,83	810,99	29,42
nœud 5	779,592	0,35	809,65	30,06
nœud 6	767,949	1,01	767,95	0
nœud 7	762,012	0,93	809,97	47,96
nœud 8	761,206	0,33	808,86	47,65
nœud 9	756,403	0,23	808,77	52,37
nœud 10	751,284	1,1	808,12	56,84
nœud 11	756,23	0,22	807,04	50,81
nœud 12	748,323	0,71	798,10	49,78
nœud 13	761,056	1,92	767,39	6,33
nœud 14	752,859	1,63	766,83	13,97
nœud 15	739,084	2,08	766,52	27,44
nœud 16	728,389	0,83	761,33	32,94
nœud 17	720,508	2,62	765,69	45,18
nœud 18	699,053	3,03	763,10	64,05
nœud 19	706,429	2,75	761,20	54,77
nœud 20	696,338	1,26	742,72	46,38
nœud 21	702,855	0,27	740,81	37,95
nœud 22	682,166	0,44	740,18	58,01
nœud 23	736,863	2,69	765,00	28,14
nœud 24	717,599	2,79	717,60	0
nœud 25	685,641	1,84	704,79	19,15
nœud 26	681,929	0,18	704,17	22,24
nœud 27	676,063	0,19	704,08	28,02
nœud 28	672,253	0,93	702,40	30,15
nœud 29	662,63	0,18	701,79	39,16
nœud 30	666,211	0,89	702,15	35,94
nœud 31	673,273	0,28	700,03	26,76
nœud 32	660,612	0,22	701,07	40,46
nœud 33	673,768	0,51	699,67	25,9
nœud 34	679,34	0,24	698,31	18,97
nœud 35	676,5	0,17	699,15	22,65
nœud 36	757,204	1,77	766,69	9,49
nœud 37	758,337	0,18	766,09	7,75
nœud 38	752,965	0,39	764,88	11,91

## Chapitre V : réseau de distribution

Nœud	Altitude (m)	Demande LPS	Charge (m)	pression (m)
nœud 39	748,835	0,77	766,30	17,46
nœud 40	745,353	0,3	765,42	20,07
nœud 41	731,082	1,09	764,93	33,85
nœud 42	726,731	0,26	763,20	36,47
nœud 43	724,186	1,69	763,59	39,4
nœud 44	725,479	1,3	763,10	37,62
nœud 45	729,328	0,95	762,99	33,66
nœud 46	728,596	0,4	761,06	32,46
nœud 47	732,676	0,48	759,69	27,01
nœud 48	703,171	2,09	751,46	48,29
nœud 49	696,921	0,41	750,38	53,46
nœud 50	696,164	0,52	748,38	52,22
nœud 51	732,059	2,52	760,37	28,31
nœud 52	720,302	0,39	758,57	38,27
nœud 53	734,518	0,96	752,43	17,91

**Tableau n° V- 21** : État des tronçons du Réseau

Nœud initial	Nœud final	Longueur (m)	Diamètre int (mm)	Rugosité (H-W)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pdc (m/km)	Pdc (m)
51	53	340	43,6	100	0,39	0,65	23,36	7,94
47	45	172	34,8	100	-0,48	0,5	19,21	3,30
36	37	63	27,7	100	-14,13	0,3	9,53	0,60
20	22	155	34,8	100	0,44	0,46	16,36	2,54
19	20	197	43	100	1,97	1,36	93,82	18,48
30	31	98	27,7	100	0,28	0,46	21,55	2,11
28	30	100	96	100	2,31	0,32	2,57	0,26
41	43	162	139,9	100	11,71	0,76	8,3	1,34
43	44	22	96	100	7	0,97	22,01	0,48
44	45	23	78	100	1,83	0,38	4,85	0,11
39	40	108	34,8	100	0,3	0,32	8,06	0,87
36	13	396	218,8	100	-16,47	0,44	1,75	0,69
39	36	30	139,9	100	-14,13	0,92	13,1	0,39
11	10	79	27,7	100	-0,22	0,37	13,8	1,09
4	5	125	34,8	100	0,37	0,39	11,88	1,49
17	15	349	218,8	100	-19,47	0,52	2,39	0,83
23	19	374	78	100	2,85	0,6	10,19	3,81
25	26	65	27,7	100	0,18	0,3	9,53	0,62
25	27	67	27,7	100	0,19	0,32	10,53	0,71
4	6	132	275,6	100	-48,94	0,74	3,72	0,49
13	6	153	275,6	100	-44,41	1,18	36,09	5,52

## Chapitre V : réseau de distribution

Nœud initial	Nœud final	Longueur (m)	Diamètre int (mm)	Rugosité (H-W)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pdc (m/km)	Pdc (m)
24	25	355	78	100	5,63	0,82	4,5	1,60
23	14	352	78,5	100	-2,01	0,41	5,17	1,82
19	18	405	78,5	100	-1,87	0,39	4,7	1,90
20	21	95	27,7	100	0,27	0,45	20,15	1,91
13	14	131	218,8	100	26,02	0,69	4,23	0,55
41	42	92	27,7	100	0,26	0,43	18,79	1,73
15	16	294	43,6	100	0,83	0,56	17,65	5,19
14	15	94	218,8	100	22,38	0,6	3,26	0,31
44	51	417	96	100	3,87	0,53	6,55	2,73
48	50	183	34,8	100	0,52	0,55	22,28	4,08
41	39	134	139,9	100	-13,06	0,85	10,21	1,37
36	38	139	34,8	100	0,39	0,41	13,09	1,82
R-1	2	155	275,6	100	51,47	0,86	4,82	0,75
30	33	38	34,8	100	0,92	0,97	65,26	2,48
33	35	60	27,7	100	0,17	0,28	8,58	0,51
23	24	230	109,3	100	-3,53	0,32	1,95	0,45
29	28	65	27,7	100	-0,18	0,3	9,53	0,62
30	32	78	27,7	100	0,22	0,37	13,8	1,08
33	34	84	27,7	100	0,24	0,4	16,21	1,36
25	28	165	78	100	3,42	0,72	14,43	2,38
17	24	159	218,8	100	14,69	0,39	1,45	0,23
24	18	247	78	100	2,74	0,57	9,54	2,36
2	4	39	275,6	100	50,14	0,84	5,46	0,21
10	12	253	34,8	100	0,71	0,75	39,62	10,02
7	10	60	54,9	100	2,03	0,86	30,71	1,84
48	49	145	34,8	100	0,41	0,43	14,36	2,08
43	48	415	65,4	100	3,02	0,9	26,8	11,12
45	46	141	34,8	100	0,4	0,42	13,72	1,93
51	52	137	34,8	100	0,39	0,41	13,09	1,79
18	17	422	78	100	-2,16	0,45	6,13	2,59
2	3	65	27,7	100	0,18	0,3	9,53	0,62
6	7	75	96	100	3,52	0,49	5,65	0,42
7	8	116	34,8	100	0,33	0,35	9,62	1,12
7	9	80	27,7	100	0,23	0,38	14,99	1,20

**H-W:** HAZEN et WILLIAMS

## Chapitre V : réseau de distribution

### Cas de pointe plus incendie :

Les pressions en chaque nœud sont représentées dans le tableau n° V- 22 ;  
Ainsi que les débits transitant dans les conduites dans le tableau n° V- 23.

**Tableau n° V- 22** : État des Nœuds du Réseau (pointe plus incendie vanne rédacteur de pression).

Nœud	Altitude (m)	demande LPS	charge (m)	pression (m)
réservoir	812	-68,47	812,0	0
nœud 1	781,568	0,44	811,9	30,34
nœud 2	787,143	0,73	810,6	23,49
nœud 3	795,932	0,18	810,0	14,08
nœud 4	781,568	0,83	810,3	28,7
nœud 5	779,592	0,35	808,9	29,33
nœud 6	767,949	1,01	809,2	41,28
nœud 7	762,012	0,93	811,8	49,79
nœud 8	761,206	0,33	807,7	46,48
nœud 9	756,403	0,23	807,6	51,2
nœud 10	751,284	1,1	807,0	55,68
nœud 11	756,23	0,22	805,9	49,64
nœud 12	748,323	0,71	796,9	48,61
nœud 13	761,056	1,92	808,1	47,07
nœud 14	752,859	1,63	806,7	53,85
nœud 15	739,084	2,08	806,0	66,88
nœud 16	728,389	0,83	800,8	72,39
nœud 17	720,508	2,62	803,7	83,22
nœud 18	699,053	3,03	799,5	100,44
nœud 19	706,429	2,75	794,4	87,99
nœud 20	696,338	1,26	775,9	79,6
nœud 21	702,855	0,27	774,0	71,17
nœud 22	682,166	0,44	773,4	91,23
nœud 23	736,863	19,69	795,6	58,77
nœud 24	717,599	2,79	803,0	85,38
nœud 25	685,641	1,84	790,1	104,49
nœud 26	681,929	0,18	789,5	107,59
nœud 27	676,063	0,19	789,4	113,37
nœud 28	672,253	0,93	787,8	115,5
nœud 29	662,63	0,18	787,1	124,5
nœud 30	666,211	0,89	787,5	121,29
nœud 31	673,273	0,28	785,4	112,11
nœud 32	660,612	0,22	786,4	125,81
nœud 33	673,768	0,51	785,0	111,25
nœud 34	679,34	0,24	783,7	104,32
nœud 35	676,5	0,17	784,5	108
nœud 36	757,204	1,77	807,4	50,23

## Chapitre V : réseau de distribution

Nœud initial	Nœud final	Longueur (m)	Diamètre int (mm)	Rugosité (H-W)
nœud 37	758,337	0,18	806,8	48,49
nœud 38	752,965	0,39	805,6	52,65
nœud 39	748,835	0,77	807,0	58,2
nœud 40	745,353	0,3	806,2	60,81
nœud 41	731,082	1,09	805,7	74,59
nœud 42	726,731	0,26	803,9	77,21
nœud 43	724,186	1,69	804,3	80,14
nœud 44	725,479	1,3	803,8	78,36
nœud 45	729,328	0,95	803,7	74,4
nœud 46	728,596	0,4	801,8	73,2
nœud 47	732,676	0,48	800,4	67,75
nœud 48	703,171	2,09	793,2	90,03
nœud 49	696,921	0,41	791,1	94,2
nœud 50	696,164	0,52	789,1	92,96
nœud 51	732,059	2,52	801,1	69,05
nœud 52	720,302	0,39	799,3	79,01
nœud 53	734,518	0,96	793,2	58,65

**Tableau n° V- 23** : État des Nœuds du Réseau (pointe plus incendie avec vanne rédacteur de pression).

Nœud	Altitude (m)	demande LPS	charge (m)	pression (m)
<b>réservoir</b>	812	-68,47	812,00	0
nœud 1	781,568	0,44	811,91	30,34
nœud 2	787,143	0,73	810,63	23,49
nœud 3	795,932	0,18	810,01	14,08
nœud 4	781,568	0,83	810,27	28,7
nœud 5	779,592	0,35	808,92	29,33
nœud 6	767,949	1,01	766,79	-1,16
nœud 7	762,012	0,93	808,80	46,79
nœud 8	761,206	0,33	807,69	46,48
nœud 9	756,403	0,23	807,60	51,2
nœud 10	751,284	1,1	806,96	55,68
nœud 11	756,23	0,22	805,87	49,64
nœud 12	748,323	0,71	796,93	48,61
nœud 13	761,056	1,92	765,75	4,69
nœud 14	752,859	1,63	764,34	11,48
nœud 15	739,084	2,08	763,59	24,51
nœud 16	728,389	0,83	758,40	30,01
nœud 17	720,508	2,62	761,35	40,84
nœud 18	699,053	3,03	757,11	58,06
nœud 19	706,429	2,75	752,04	45,61

## Chapitre V : réseau de distribution

<b>Nœud initial</b>	<b>Nœud final</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Diamètre int (mm)</b>	<b>Rugosité (H-W)</b>
nœud 20	696,338	1,26	733,56	37,22
nœud 21	702,855	0,27	731,65	28,79
nœud 22	682,166	0,44	731,03	48,86
nœud 23	736,863	19,69	753,26	16,4
nœud 24	717,599	2,79	712,74	-4,86
nœud 25	685,641	1,84	699,93	14,29
nœud 26	681,929	0,18	699,31	17,38
nœud 27	676,063	0,19	699,22	23,16
nœud 28	672,253	0,93	697,54	25,29
nœud 29	662,63	0,18	696,93	34,3
nœud 30	666,211	0,89	697,29	31,08
nœud 31	673,273	0,28	695,17	21,9
nœud 32	660,612	0,22	696,21	35,6
nœud 33	673,768	0,51	694,81	21,04
nœud 34	679,34	0,24	693,45	14,11
nœud 35	676,5	0,17	694,30	17,8
nœud 36	757,204	1,77	765,05	7,85
nœud 37	758,337	0,18	764,46	6,12
nœud 38	752,965	0,39	763,24	10,27
nœud 39	748,835	0,77	764,67	15,83
nœud 40	745,353	0,3	763,79	18,44
nœud 41	731,082	1,09	763,29	32,21
nœud 42	726,731	0,26	761,56	34,83
nœud 43	724,186	1,69	761,95	37,76
nœud 44	725,479	1,3	761,46	35,98
nœud 45	729,328	0,95	761,35	32,02
nœud 46	728,596	0,4	759,42	30,82
nœud 47	732,676	0,48	758,05	25,37
nœud 48	703,171	2,09	750,82	47,65
nœud 49	696,921	0,41	748,74	51,82
nœud 50	696,164	0,52	746,74	50,58
nœud 51	732,059	2,52	758,73	26,67
nœud 52	720,302	0,39	756,93	36,63
nœud 53	734,518	0,96	750,79	16,27

## Chapitre V : réseau de distribution

**Tableau n° V- 24** : État des tronçons du Réseau (pointe plus incendie)

Nœud initial	Nœud final	Longueur (m)	Rugosité (H-W)	Diamètre int (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pdc (m/km)	Pdc (m)
51	53	340	100	43,6	0,39	0,65	23,36	7,94
47	45	172	100	34,8	-0,48	0,5	19,21	3,30
36	37	63	100	27,7	-14,13	0,3	9,53	0,60
20	22	155	100	34,8	0,44	0,46	16,36	2,54
19	20	197	100	43,6	1,97	1,36	93,82	18,48
30	31	98	100	27,7	0,28	0,46	21,55	2,11
28	30	100	100	96	2,31	0,32	2,56	0,26
41	43	162	100	139,9	11,71	0,76	8,3	1,34
43	44	22	100	96	7	0,97	22,01	0,48
44	45	23	100	78,5	1,83	0,38	4,85	0,11
39	40	108	100	34,8	0,3	0,32	8,06	0,87
36	13	396	100	218,8	-16,47	0,44	1,75	0,69
39	36	30	100	139,9	-14,13	0,92	13,1	0,39
11	10	79	100	27,7	-0,22	0,37	13,8	1,09
4	5	125	100	34,8	0,37	0,39	11,88	1,49
17	15	349	100	218,8	-19,47	0,88	6,42	2,24
23	19	374	100	78,5	2,85	0,32	3,26	1,22
25	26	65	100	27,7	0,18	0,3	9,53	0,62
25	27	67	100	27,7	0,19	0,32	10,53	0,71
4	6	132	100	275,6	-48,94	1,11	7,84	1,03
13	6	153	100	275,6	-44,41	1,03	6,81	1,04
24	25	355	100	78,5	5,63	1,18	36,09	12,81
23	14	352	100	78,5	-2,01	1,1	31,46	11,07
19	18	405	100	78,5	-1,87	0,67	12,52	5,07
20	21	95	100	27,7	0,27	0,45	20,15	1,91
13	14	131	100	218,8	26,02	1,14	10,78	1,41
41	42	92	100	27,7	0,26	0,43	18,79	1,73
15	16	294	100	43,6	0,83	0,56	17,65	5,19
14	15	94	100	218,8	22,38	0,96	7,93	0,75
44	51	417	100	96	3,87	0,53	6,55	2,73
48	50	183	100	34,8	0,52	0,55	22,28	4,08
41	39	134	100	139,9	-13,06	0,85	10,21	1,37
36	38	139	100	34,8	0,39	0,41	13,09	1,82
R-1	2	155	100	275,6	51,47	1,14	8,23	1,28
30	33	38	100	34,8	0,92	0,97	65,26	2,48
33	35	60	100	27,7	0,17	0,28	8,85	0,53
23	24	230	100	109,3	-3,53	1,43	31,9	7,34
29	28	65	100	27,7	-0,18	0,3	9,53	0,62

## Chapitre V : réseau de distribution

Nœud initial	Nœud final	Longueur (m)	Rugosité (H-W)	Diamètre int (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Pdc (m/km)	Pdc (m)
30	32	78	100	27,7	0,22	0,37	13,81	1,08
33	34	84	100	27,7	0,24	0,4	16,21	1,36
25	28	165	100	78,5	3,42	0,72	14,43	2,38
17	24	159	100	218,8	27,72	0,74	4,72	0,75
24	18	247	100	78,5	3,39	0,71	14,11	3,49
2	4	39	100	275,6	67,14	1,13	9,45	0,37
10	12	253	100	34,8	0,71	0,75	39,62	10,02
7	10	60	100	54,9	2,03	0,86	30,71	1,84
48	49	145	100	34,8	0,41	0,43	14,36	2,08
43	48	415	100	65,4	3,02	0,9	26,8	11,12
45	46	141	100	34,8	0,4	0,42	13,72	1,93
51	52	137	100	34,8	0,39	0,41	13,09	1,79
18	17	422	100	78,5	-2,82	0,59	10,04	4,24
2	3	65	100	27,7	0,18	0,3	9,53	0,62
6	7	75	100	96	3,52	0,49	5,65	0,42
7	8	116	100	34,8	0,33	0,35	9,62	1,12
7	9	80	100	27,7	0,23	0,38	14,99	1,20

**H-W:** HAZEN et WILLIAMS

**Tableau n° V- 25 :** Les diamètres normalisé du réseau.

Tronçon	Diamètre (mm)
R-1--2	315
2--3	32
2--4	315
4--5	40
4--6	315
6--7	110
6--13	315
7--8	40
7--9	32
7--10	63
10--11	32
10--12	40
13--14	250
13--36	250
14--15	250
14--23	90

## Chapitre V : réseau de distribution

<b>Tronçon</b>	<b>Diamètre (mm)</b>
15--16	50
15--17	250
17--18	90
17--24	250
18--19	90
18--24	90
19--20	50
19--23	90
20--21	32
20--22	40
23--24	125
24--25	90
25--26	32
25--27	32
25--28	90
28--29	32
28--30	110
30--31	32
30--32	32
30--33	40
33--35	32
33--34	32
36--37	32
36--38	40
36--39	160
39--40	40
39--41	160
41--42	32
41--43	160
43--44	110
44--45	90
44--51	125
45--46	40
45--47	50
43--48	75
48--49	40
48--50	40
51--52	40
51--53	50

## Chapitre V : réseau de distribution

### V.9. Equipement du réseau de distribution :

#### V.9.1 Type de canalisation :

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD, les diamètres utilisés varient entre 32 mm et 315 mm.

#### V.9.2 Appareils et accessoires du réseau :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

##### V.9.2.1 Robinets vannes :

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille » ; celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).



Figure V.8 : Robinet-vanne.

##### V.9.2.2 Les bouches d'incendie :

Les bouches d'incendie doivent être raccordées sur les conduites capables d'assurer un débit minimum de 17 l/s avec une pression de 10 m, généralement places près d'un CEM marche..

## Chapitre V : réseau de distribution

### V.9.2.3 Les clapets :

Les clapets ont un rôle d'empêcher le retour de l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu ils sont placés, au niveau de la station de pompage, château d'eau.

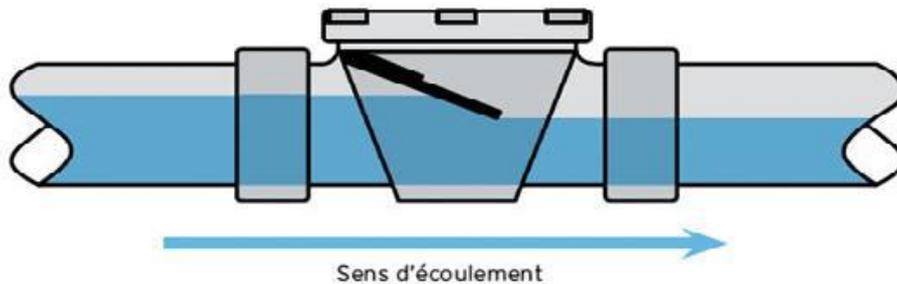


Figure V.9 : Clapet anti-retour

### V.9.2.4 Crépines :

Les crépines sont des cylindres perforés qui évitent l'entrée de particules solides dans le réseau qui peuvent endommager les équipements.



Figure V.10 : crépines.

### V.9.2.5 Les ventouses :

Nous prévoyons des ventouses aux endroits de chaque point haut pour éliminer les cantonnements d'air car la présence d'air peut occasionner la coupure de la veine liquide.

## Chapitre V : réseau de distribution



**Figure V.11** : ventouse.

### V.9.2.6 Robinets de vidange :

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

### V.9.3 Pièces spéciales de raccord :

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

# **Chapitre VI : Organisation de chantier**

### **Introduction :**

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

### **VI.1 Les différents travaux sur chantier :**

#### **VI.2 Implantation de la trace des tranchées sur le terrain :**

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

#### **VI.3 Nivellement de la plate-forme de pose :**

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

#### **VI.4 Excavation des tranchées :**

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augment avec les diamètres des conduites à mettre en place.

## Chapitre VI : Organisation de chantier

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y a lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La profondeur de la tranchée (h) ;
- La largeur de la tranchée (b) ;

### VI.5 La profondeur (H) :

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h_1$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite elle est entre 80 et 120cm on prend  $h=0,8m$

$h_1$  : épaisseur du lit de pose  $h_1 = 0,0*1 m$  ;

$$H=D+0,9$$

### VI.6 Largeur de la tranchée :

La largeur de tranchée doivent permettre d'une pose correct, facilite la tâche et aussi permettre de compactage de remblai.

### VI.7 Choix des machines de terrassement :

La tranchée sera exécutée avec une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement.

### VI.8 Section de la tranchée :

Les sections des tranchées sont de forme rectangulaire dont l'aire est :

$$S_t = b \times H$$

H : profondeur total de tranchée.

b : largeur de tranchée.

### VI.9 Lit de pose :

Dans le cas où le sol en place est homogène et exempt d'éléments pointus ou saillants (pas d'éléments de diamètre supérieur à 30 mm), la pose directe en fond de fouille est possible. Dans le cas contraire, un lit de pose est recommandé. Il est constitué de sable propre. Il a une épaisseur minimale de 0,10 m.

### VI.10 Aménagement du lit de pose :

Avant la pose de canalisation, nous procéderons aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placés sur les côtes de la tranchée de façon à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Nivelier soigneusement le fond de la fouille pour que la pression soit constante entre les points de changement de pentes prévues.
- Etablir en suite le niveau du fond de la tranchée en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble du sable

### VI.11 La mise en tranchée :

Avant la mise en place des conduites, ces dernières sont examinées en vue d'éliminer celles qui ont été Altérées. Il faut néanmoins respecter ce qui suit :

- Une conduite doit être toujours posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'aire entraîner soit lors du remplissage de la conduite soit pendant le fonctionnement.
- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Les canalisations doivent être placées dans la tranchée avec un plan adapté à leur poids.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Le lit des tranchées est nettoyé avant la mise en place de chaque canalisation.

## Chapitre VI : Organisation de chantier

- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non-visibles sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers.

### VI.12 Remblaiement des tranchées :

Après la pose de canalisation proprement dite, nous procédons au remblaiement comme suit :

- L'enrobage de (10 :15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.
- Utilisé la terre déjà déblayais après élimination des pierres grossières.
- Remblayer en couches successives de 0,25 m.

### VI.13 Différents cas de pose de canalisation

#### VI.13.1 En terrain ordinaire :

La conduite est entreposée au fond d'une tranchée suffisamment large pour permettre à un homme de taille moyenne de travailler aisément, sa profondeur normale est telle que l'épaisseur du remblai ne soit pas inférieure à 80 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite, et ce, dans le but de garder une eau fraîche à l'abri du gel et des fortes températures. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20cm convenablement nivelé.

#### VI.13.2 En galerie :

Dans certains cas, le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite dans une galerie. Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés des deux côtés de la route. Un canal est prévu pour éviter les eaux stagnantes dans la

galerie et les déversée dans l'égout voisin. L'établissement de ces galeries est compatible avec la traversée d'une autoroute ou d'une voie de chemin

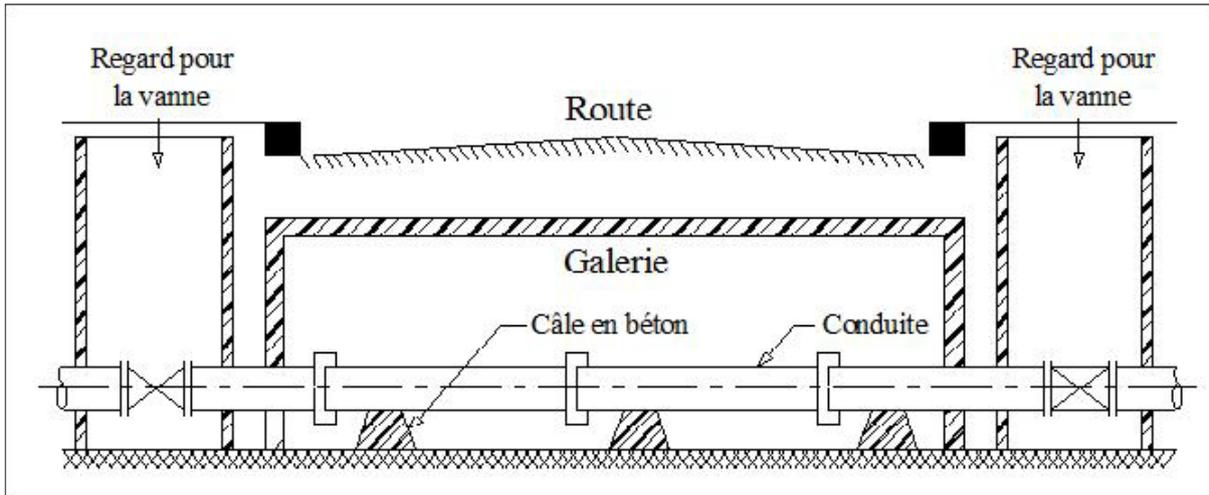


Figure VI.12 : pose en galerie.

### VI.13.3 En terrain en pente :

Quand la pente devient très importante les frottements entre les canalisations et les terres sont insuffisantes pour maintenir la conduite stable, c'est pour cela que nous utilisons des butées d'encrage ou bien de joints verrouillés pour équilibrer le système et empêcher le glissement des conduites ce procédé peut se faire de deux façons :

- En réalisant des massifs en béton pour chaque tuyau ;
- En réalisant un massif en béton en tête d'un tronçon verrouillé.

### VI.13.4 En terrain peu consistant :

Dans ce cas pour éviter tout mouvement de la canalisation ultérieurement, celle-ci doit être posée sur une semelle en béton armé ou non avec interposition d'un lit de sable. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol, dans le cas où la canalisation repose sur des tasseaux, ces derniers doivent être placés plus proches des joints et soutenus par des pieux enfoncés jusqu'au bon sol.

### VI.13.5 Lors de la traversée d'une rivière

La pose de canalisation à la traversée d'une rivière demande certains travaux confortatifs en fonction de l'état de la traversée et de l'importance de l'adduction. L'existence d'un pont-route servira également de support pour la canalisation, ou celle-ci sera accrochée au tablier. Dans le cas où le pont-route n'existe pas la

## Chapitre VI : Organisation de chantier

canalisation pourra suivre le lit de rivière, posée sur des ouvrages spéciaux et couverte de tout-venant pour être protégée contre les chocs. Les tronçons immergés doivent être convenablement dimensionnés pour éviter le phénomène de soulèvement dû à l'eau. Dans certain cas, on dispose de contrepoids disposé sur la génératrice supérieure de la conduite pour la maintenir au contact du fond dans ce cas de traversée par le fond, on opte pour des canalisations en acier ou en polyéthylène, les joints soudés sont maintenus par des butées en béton posé de part et d'autre des joints. Le revêtement des conduites en acier est fait à base d'un anti rouille en plusieurs couches, ce type de canalisation convient également pour les longues traversées. Les soudures doivent se faire sur terre et les canalisations sont descendues lentement par flottaison et halage jusqu'au fond de la rivière.

### IV.13.6 Lors de la traversée d'une route

Dans le but de protéger les conduites des charges importantes qui peuvent être préjudiciables et causées des cassures nous proposons soit :

- Couvrir la canalisation avec des gaines ;
- Couvrir la canalisation avec du béton armé.

## VI.14 Estimation quantitative et financière du projet :

### VI.14.1 Estimation quantitative :

#### VI.14.1.1 Volume des déblais des tranchées :

$$V_D = b \times H \times L = S_t * L$$

$V_D$  : Volume de déblais (m<sup>3</sup>).

$S_t$  : Section de la tranchée (m<sup>2</sup>).

$L$  : longueur total de canalisation (m).

Tableau VI.26 : Devis estimatif des volumes de déblais

Diamètre (m)	Longueur (m)	B largeur de tranché (m)	H profondeur (m)	V Déblai (m <sup>3</sup> )
0,315	479	0,915	1,215	532,52
0,25	1129	0,85	1,15	1103,60
0,16	326	0,76	1,06	262,63
0,125	230	0,725	1,025	170,92
0,11	614	0,71	1,01	440,30
0,09	2343	0,69	0,99	1600,50
0,075	415	0,675	0,975	273,12
0,063	60	0,663	0,963	38,31
0,05	831	0,65	0,95	513,14
0,04	1712	0,64	0,94	1029,94
0,032	991	0,632	0,932	583,72
<b>Somme</b>				<b>6548,7</b>

**VI.14.1.2 Volume du lit de sable :**

$$V_L = B \times e \times L$$

**V<sub>L</sub>** : Volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).

**B** : Largeur de la couche du tronçon en (m).

**e** : Épaisseur de la couche de sable en (m).

**L** : Longueur totale de la tranchée en (m).

**Tableau VI.27 :** Devis estimatif des volumes du lit de sable.

<b>Diamètre(m)</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>e de lit(m)</b>	<b>B largeur de tranché (m)</b>	<b>V lit sable (m3)</b>
0,315	479	0,1	0,915	43,83
0,25	1129	0,1	0,85	95,97
0,16	326	0,1	0,76	24,78
0,125	230	0,1	0,725	16,68
0,11	614	0,1	0,71	43,59
0,09	2343	0,1	0,69	161,67
0,075	415	0,1	0,675	28,01
0,063	60	0,1	0,663	3,98
0,05	831	0,1	0,65	54,02
0,04	1712	0,1	0,64	109,57
0,032	991	0,1	0,632	62,63
			<b>Somme</b>	<b>644,71</b>

### VI.14.1.3 Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{conduite}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L$$

$V_{\text{conduite}}$  : Volume occupé par la conduite.

$D$  : Diamètre de la conduite.

$L$  : longueur total de la conduite.

Tableau VI.28 : Devis estimatif du volume occupé par les conduites.

Diamètre (m)	Longueur (m)	S conduites (m2)	V occupé (m3)
0,315	479	0,078	37,31
0,25	1129	0,049	55,39
0,16	326	0,020	6,55
0,125	230	0,012	2,82
0,11	614	0,009	5,83
0,09	2343	0,006	14,90
0,075	415	0,004	1,83
0,063	60	0,003	0,19
0,05	831	0,002	1,63
0,04	1712	0,001	2,15
0,032	991	0,001	0,80

#### VI.14.1.4 Volume du remblai :

$$V_r = V_D - (V_{\text{conduite}} + V_L)$$

$V_r$  : Volume de remblai (m3).

$V_D$  : Volume de déblai (m3).

$V_{\text{conduite}}$  : Volume occupé par la conduite (m3).

$V_L$  : Volume de lit de sable (m3).

**Tableau VI.29** : Devis estimatif des volumes de remblais.

Diamètre(m)	V Déblai (m3)	V occupé (m3)	V lit sable (m3)	V remblai (m3)
0,315	532,52	37,31	43,83	451,38
0,25	1103,60	55,39	95,97	952,24
0,16	262,63	6,55	24,78	231,30
0,125	170,92	2,82	16,68	151,42
0,11	440,30	5,83	43,59	390,87
0,09	1600,50	14,90	161,67	1423,94
0,075	273,12	1,83	28,01	243,28
0,063	38,31	0,19	3,98	34,14
0,05	513,14	1,63	54,02	457,50
0,04	1029,94	2,15	109,57	918,22
0,032	583,72	0,80	62,63	520,29
			<b>Somme</b>	<b>5774,58</b>

#### VI.14.1.5 Volume de terre à évacuer :

Le volume de terre à évacuer est déterminé en fonction du volume de déblais et volume de remblai tel que :

$$V_{\text{evacuer}} = K_f \times V_D - V_r$$

$K_f$  : Coefficient de foisonnement du sol  $K_f = 1,3$

## Chapitre VI : Organisation de chantier

Les différents volumes sont représentés dans les tableaux suivants :

**Tableau VI.30** : Devis estimatif des volumes évacués.

Diamètre(m)	K <sub>f</sub>	V Déblai (m <sup>3</sup> )	V remblai (m <sup>3</sup> )	V évacuer (m <sup>3</sup> )
0,315	1,3	532,52	451,38	240,89
0,25		1103,60	952,24	482,44
0,16		262,63	231,30	110,11
0,125		170,92	151,42	70,77
0,11		440,30	390,87	181,52
0,09		1600,50	1423,94	656,72
0,075		273,12	243,28	111,78
0,063		38,31	34,14	15,66
0,05		513,14	457,50	209,59
0,04		1029,94	918,22	420,70
0,032		583,72	520,29	238,54
			<b>Somme</b>	<b>2738,72</b>

Les différents volumes sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VI.31** : Devis estimatif des différents volumes.

Les volumes	V déblais	V remblais	V conduites	V lit	V évacuer
<b>La somme (m<sup>3</sup>)</b>	6548,7	5774,58	129,4	644,71	2738,72

**VI.14.2 Estimation financière :**

**Tableau VI.32 : Devis estimatif des travaux.**

N°	Travaux	unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Montant	
	Travaux de terrassement					
1	Déblai	m3	300	6548,7	1 964 610	
2	pose du lit de sable	m3	1500	644,71	967 065	
3	remblai	m3	300	5774,58	1 732 374	
4	évacuation	m3	160	2738,72	438 195,2	
	Canalisation					
1	D315	m	3363	479	161 0877	
2	D250	m	2109	1129	238 1061	
3	D160	m	868,3	326	283 065,8	
4	D125	m	530,1	230	121 923	
5	D110	m	416,1	614	255 485,4	
6	D90	m	278,35	2343	652 174,05	
7	D75	m	193,61	415	80 348,15	
8	D63	m	137,18	60	8 230,8	
9	D50	m	86,07	831	71 524,17	
10	D40	m	55,86	1712	95 632,32	
11	D32	m	36,86	991	36 528,26	
	Construction					
1	vanne réducteur de pression DN315	u	1700000	1	1 700 000	
2	vanne réducteur de pression DN90	u	300000	1	300 000	
3	Autre accessoires	-	-	-	12 000 000,00	
					<b>HT</b>	24 699 094,15
					<b>TVA 19%</b>	4 692 827,8885
					<b>TTC</b>	<b>29 391 922,04</b>

## **Chapitre VI : Organisation de chantier**

### **Conclusion :**

Le devis estimatifs de notre projet est de Vingt-neuf millions trois cents quatre-vingt-onze milles neuf cents vingt-deux dinars algériens.

### Conclusion générale

Dans ce modeste travail, nous avons essayé d'englober tous les points qui touchent les plans spécifiques à la réalisation du projet d'alimentation en eau potable du centre-ville de Beni Aziz (Wilaya de Sétif), où ces dernières souffrent d'un manque exorbitant en eau.

Après l'évaluation de volume total produit par les deux sources qui est de **1526,4 m<sup>3</sup>/j** comparé avec le volume total d'eau facturé journalier pour notre aire d'étude est de **503,1 m<sup>3</sup>/j** le centre-ville de Beni Aziz, on a constaté un déficit de **1023,3 m<sup>3</sup>**. Ce qui s'explique par des fuites dans le réseau et par des piquages anarchiques (pas de compteurs). Cette situation nous a incités à réhabilitation du système d'alimentation en eau potable.

A l'aide du logiciel EPANET, nous avons dimensionné les réseaux de distribution du centre-ville de Beni Aziz tout en déterminant les diamètres des conduites. Ainsi, on a placé des vannes réducteur de pression pour diminuer la pression pour quelques nœuds dans notre réseau. On a aussi vérifié la capacité du réservoir semi enterré existant, qui a d'ailleurs une capacité de **500 m<sup>3</sup>** et une cote de radier se trouvant à l'altitude de **807 m**.

Pour terminer ce modeste travail et par le biais de cette conclusion, nous espérons que ce dernier puisse servir d'avant projet pour l'alimentation en eau potable du centre-ville de Beni Aziz, et à l'élaboration de son étude détaillée, nous souhaitons aussi que ce travail servira de guide pour les promotions à venir.

## **Bibliographie :**

**[1] Dr B.SALAH** « polycopie d'Alimentation en Eau Potable des Agglomérations», E.N.S.H.BLIDA.2014.

**[2] DUPONT, A. :**"Hydraulique urbaine". Tome II, Edition Eyrolles, 1979.

**[3] BONVIN, J.:** « Hydraulique Urbaine ». Tome I, 2005.

**[4] BONNIN, J. :** « Aide-mémoire d'Hydraulique Urbaine ». Collection de la direction des études et de la recherche d'électricité de France, Edition EYROLLES, pages 216,1982.

**[5] Mémoire de fin d'étude ABDERRAHMANI Badreddine.**

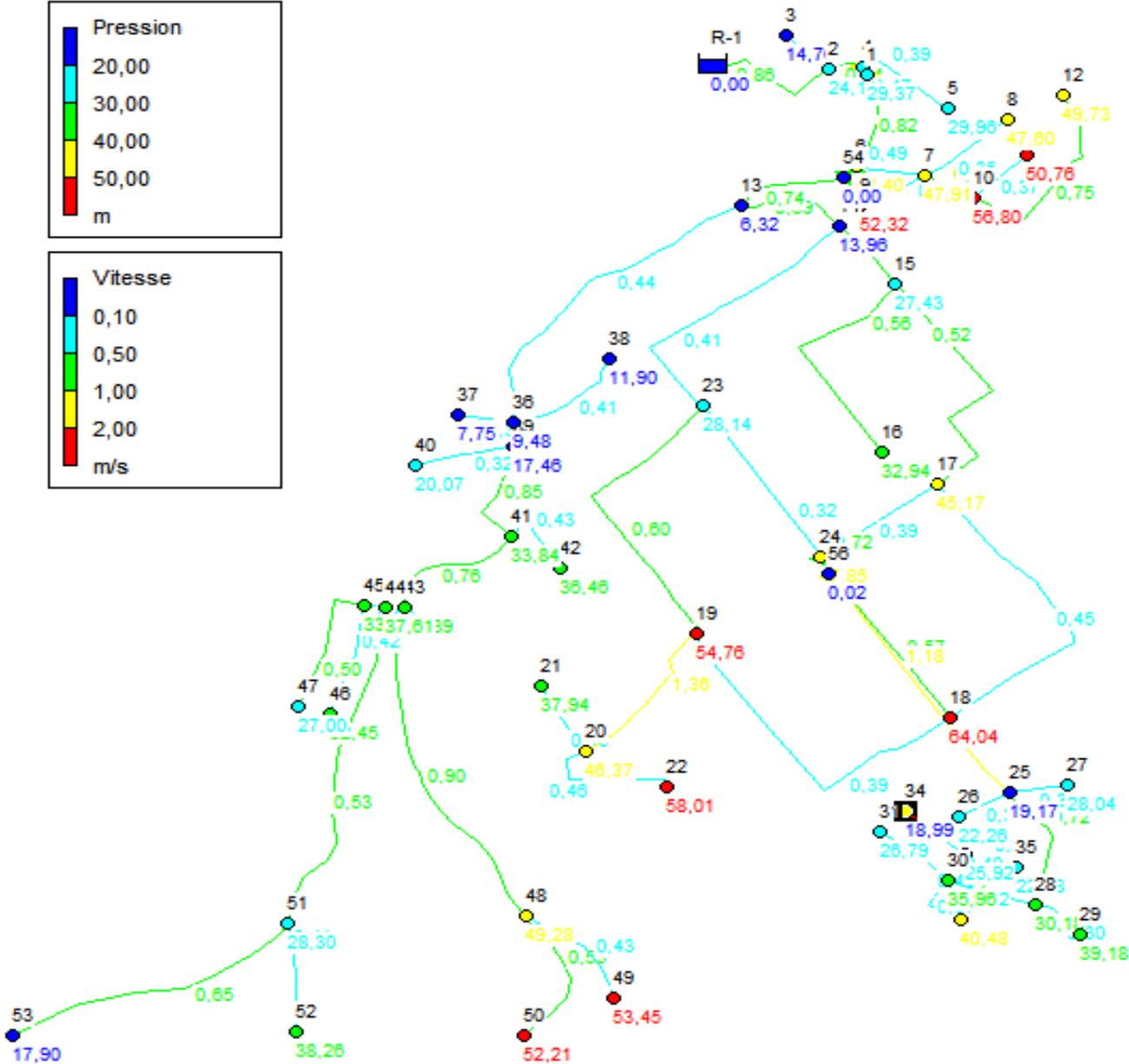
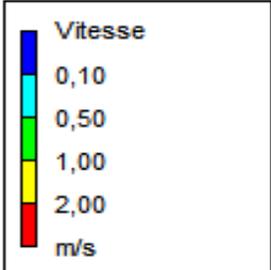
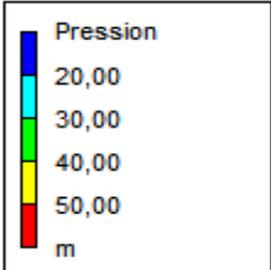
# **Annexe**

## La variation des débits horaires dans une journée.

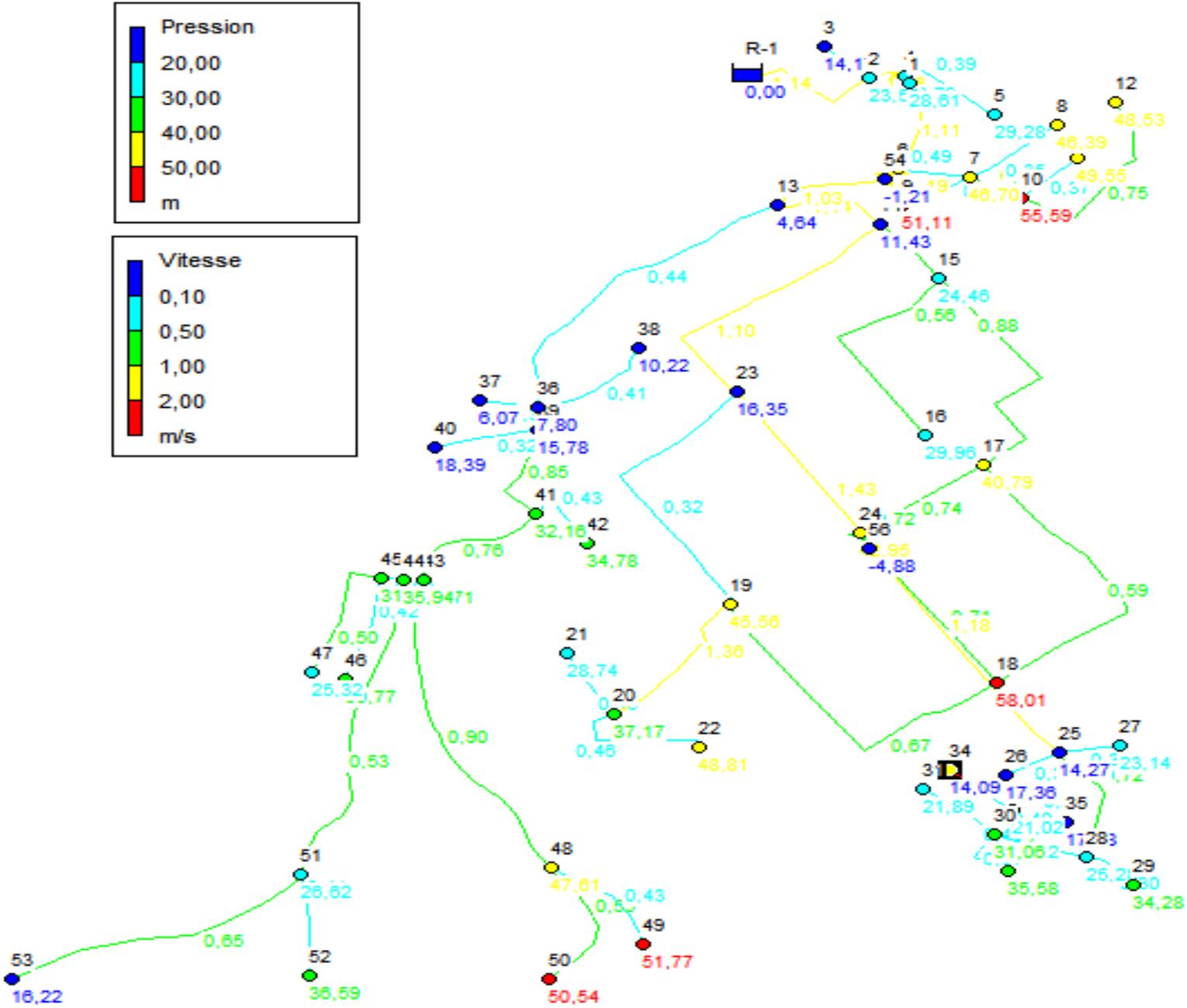
Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01



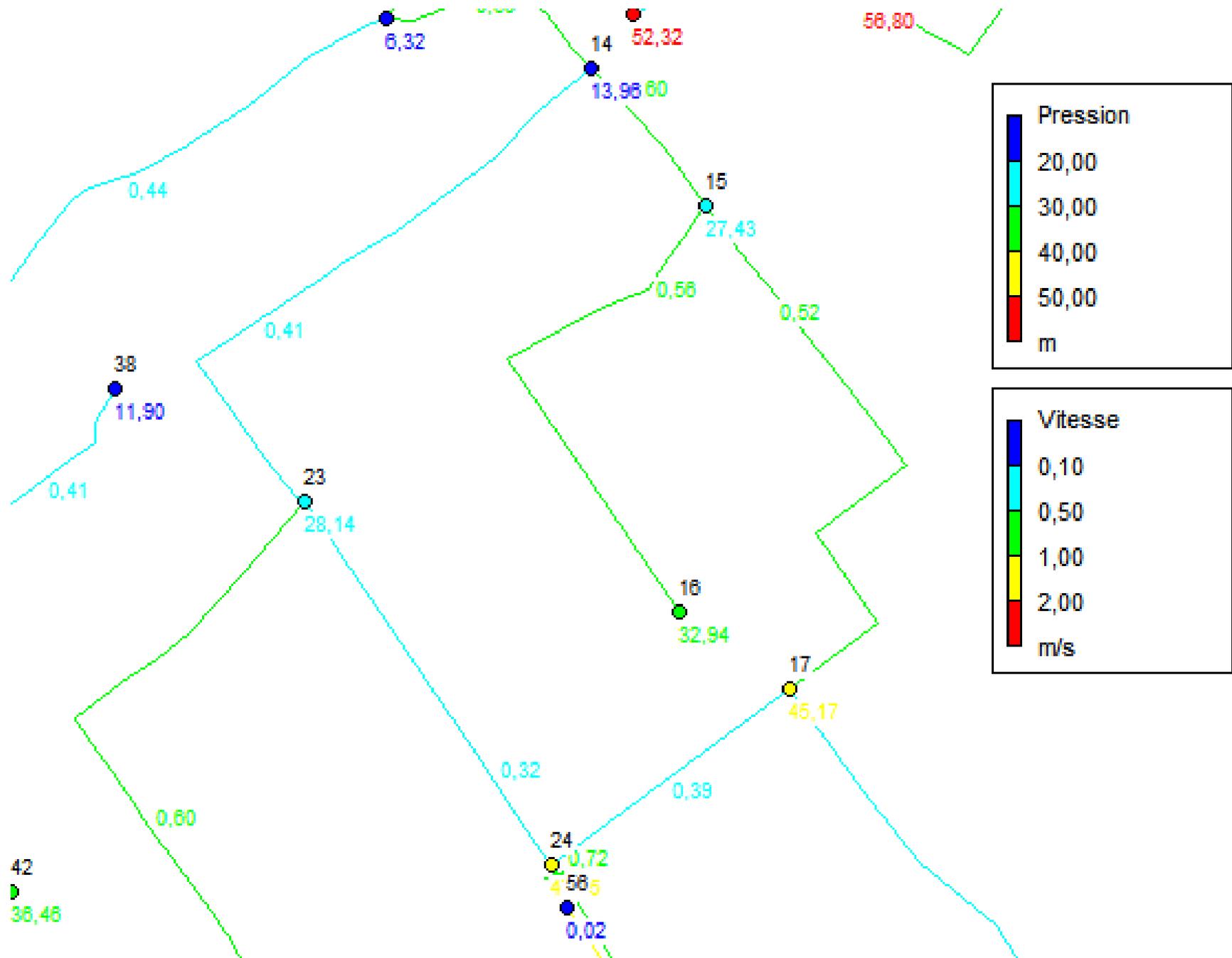
# Cas de pointe



# Cas de pointe + incendie



# Détail d'une maille



## Les différents diamètres avec épaisseurs.

	SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6	
<b>PE 80</b>	PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10	
<b>PE 100</b>	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5	
	e min	e max	e min	e max	e min	e max	e min	e max
<b>16</b>	2.3	2.7	2	2,3	-	-	-	-
<b>20</b>	3.0	3.4	2,3	2,7	2	2,3	-	-
<b>25</b>	3.5	4.0	3	3,4	2,3	2,7	2	2,3
<b>32</b>	4.4	5.0	3,6	4,1	3	3,4	2,4	2,8
<b>40</b>	5.5	6.2	4,5	5,1	3,7	4,2	3	3,5
<b>50</b>	6.9	7.7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2
<b>63</b>	8.6	9.6	7,1	8	5,8	6,5	4,7	5,3
<b>75</b>	10.3	11.5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3
<b>90</b>	12.3	13.7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5
<b>110</b>	15.1	16.8	12,3	13,7	10	11,1	8,1	9,1
<b>125</b>	17.1	19.0	14	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3
<b>160</b>	21.9	24.2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1
<b>200</b>	27.4	30.3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3
<b>250</b>	34.2	37.8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4
<b>315</b>	43.1	47.6	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7
<b>400</b>	54.7	60.3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5
<b>500</b>	-	-	55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6
<b>630</b>	-	-	-	-	57,2	63,1	46,3	51,1