

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla, Daira de Touggourt (w. Ouargla) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0006-19

APA Citation (توثيق APA):

Bettayeb, Nossaiba (2019). Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla, Daira de Touggourt (w. Ouargla)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مذكرات، مقالات، دوريات، 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.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⴰⵎⴰⵔⴰⵏ ⴰⵏⵓⵎⴰⵏ ⴰⵏⵓⵎⴰⵏ ⴰⵏⵓⵎⴰⵏ ⴰⵏⵓⵎⴰⵏ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : CONCEPTION DES SYSTEMES ALIMENTATION  
EN EAU POTABLE**

**THEME :**

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU SYSTEME  
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE  
DE NEZLA, DAÏRA DE TOUGGOURT  
(W. OUARGLA)**

**Présenté par :**

**BETTAYEB Nossaiba**

### **Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
KAHLERRAS Djillali	Maitre de conférences (B)	Président
HEBBOUCHE Abdelhamid	Maitre de conférences (B)	Examineur
KADI Latifa	Maitre Assistante (A)	Examineur
DERNOUNI Youcef	Maitre Assistante (A)	Examineur
DERNOUNI Fouzia	Maitre Assistante (A)	Promoteur

Session Sep

## Remerciements

*Avant tout propos, je remercie « DIEU » qui a illuminé mon chemin et qui m'a armée de courage pour achever mes études.*

*Mes remerciements vont à ma mère et mon père... Je remercie fortement ma promotrice :*

*Mme Dernouni de m'avoir orientée par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.*

*Par la même occasion je remercie :*

*Mes Enseignants de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation de Master.*

*Mes remerciements vont également à : mes sœurs, mon frère et tous mes amis.*

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

*Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont Contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## *Dédicace*

Chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans nous le dire, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

Mon père **MOHAMED ABOU NECEREDDIN** pour m'avoir transmise une partie de son expérience; qui a été l'étoile de mon ciel pour illuminé mon chemin.

Ma très chère mère **NOUR ELHOUDA** à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et ces conseils .

Je ne les remercierai jamais assez  
Mes très chère sœurs **ROUMAÏSSA, SAFA** et **RAOUIA**.  
Mon très cher frère **ABD ELKARIM**.

Tous (tes) mes oncles et mes tantes sans exception, ainsi leurs épouses et époux et leurs enfants. Tous (tes) mes cousins et cousines.

aux deux familles : **BETTAYEB** et **BENGASSOUM**.

Le long de ma vie, J'ai été entourée de personnes qui m'ont donné le meilleur d'eux même, je crois qu'aujourd'hui il est le temps de dédiés du fond du cœur ce modeste travail à : **LAZHER, ABDELHAK, ABDELRAZAK, RAMZI, AIMEN, AKREM, ISHAK, CHAKER, AZIZ, SAID, MOUNIA, ANISSA, CHAHRA ZED, MALAK, MOUNIRA, DALAL, MENDJIA, SARA, ZIENB**, .... et a tous mes amis (es) de l'école.

La liste est assez longue, je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

A tous et à toutes, je dédie ce travail

**BETTAYEB NOSSAIBA**

**2019**

## ملخص:

أطروحتنا لنهاية الدراسة تهدف لتشخيص وإعادة تأهيل شبكة التزود بالمياه الصالحة للشرب لبلدية النزلة بمدينة تقرت. عبر هذه الدراسة تم إنجاز وإعادة تأهيل شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب للمنطقة المعنية حيث اشتملت هذه الأخيرة على عدة مراحل، في أول الأمر حاولنا إعطاء نظرة عامة حول المنطقة من أجل تقييم حاجيات السكان، التطور الديمغرافي، البنيات التحتية (شبكة التوزيع والخزانات) ثم قمنا بعرض شبكة التوزيع الراهنة بتحديد مختلف المشاكل. بعد ذلك تطرقنا إلى إنجاز شبكة توزيع جديدة بعد إعادة تأهيل الشبكة الراهنة من أجل تلبية حاجيات السكان المتزايدة للماء من حيث الكم والنوع. وفي آخر الأمر قمنا بإعطاء اقتراحات وحلول لمختلف المشاكل الحالية المتواجدة لتوفير الإمداد والتوزيع الصحيح والمثالي للمدينة وضمان حسن عمل الشبكة ولتحسين الخدمات المطلوبة من حيث مياه الشروب للمنطقة حتى عام 2049.

## كلمات المفتاحية

شبكة - التوزيع - تشخيص - إعادة التأهيل

## Résumé :

Notre mémoire de fin d'étude vise à diagnostiquer et à réhabiliter le système d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla à Touggourt.

Dans le cadre de cette étude, nous avons diagnostiqué et réhabilité le système de distribution d'eau potable de la région, ce dernier a été élaboré en plusieurs étapes. En premier on a traité la situation actuelle de la ville de façon à ressortir les besoins en eau potable, l'évolution démographique, l'état de ses infrastructures hydrauliques tels que les réservoirs de stockage et le fonctionnement du réseau actuel, en suite Nous avons identifiant divers problèmes existants.

Après cela, nous avons discuté de l'achèvement d'un nouveau réseau de distribution après la réhabilitation du réseau existant afin de répondre aux besoins croissants de la population en termes de quantité et de qualité de l'eau.

Au final, nous avons proposé des solutions aux divers problèmes existants pour assurer l'alimentation et la distribution adéquats de la ville, le bon fonctionnement du réseau et l'amélioration des services requis en eau potable pour la région jusqu'en 2049.

## Mots-clés

Réseau - Distribution - Diagnostic - Réhabilitation

## Abstract:

The present work aims to diagnose and rehabilitate the drinking water supply network in the town of Nezla in Touggourt.

As part of this study, we completed and rehabilitated the region's drinking water system, which was developed in several stages. First, the current situation of the city was discussed in order to highlight the need for drinking water, the demographic evolution, the state of its hydraulic infrastructures such as storage tanks and the functioning of the current network. identifying various existing problems.

After that, we discussed the completion of a new distribution network after the rehabilitation of the existing network to meet the growing needs of the population in terms of quantity and quality of water.

In the end, we proposed solutions to the various existing problems to ensure the proper supply and distribution of the city, the proper functioning of the network and the improvement of the required drinking water services for the region until 2049

## Keywords

Network – distribution - Diagnosis – Rehabilitation

## *Table des matières*

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des planches	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	01

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

I.1. Introduction .....	03
I.2. Localisation géographique .....	03
I.2.1 Présentation de la région d'étude .....	03
I.2.2 Situation de la commune.....	04
I.3. Monographie et habitat .....	05
I.4. Climatologie de la région.....	05
I.5 Géomorphologie et Topographie de la région.....	09
I.6 Hydrologie de surface.....	10
I.7 Géologie de la région .....	11
I.8 Hydrogéologie de la région .....	11
I.9 Qualité des eaux.....	11
I.10 La remontée des eaux.....	12
I.11. Situation hydraulique existante. ....	13
I.11.1. Les champs de captage.....	13
I.11.2 Unité de traitement .....	13
I.11.3 Station de pompage .....	14
I.11.4 Caractéristiques du système AEP.....	15
I.12. Conclusion .....	17

### *Chapitre II : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable actuel*

II.1. Introduction .....	19
II.2. Caractéristiques générales du réseau d'AEP .....	19
II.3 Diagnostic physique .....	20
II.3.1 Etat actuel du champ captant de la commune.....	20
II.3.2 Station de Pompage .....	<b>30</b>
II.3.3. Fonctionnement du système de distribution.....	36
II.4 Diagnostic Technique .....	41
II.4.1 Le complexe hydraulique Hai Khemisti.....	41
II.4.2. Station de déminéralisation.....	51
II.4.3 Château d'eau Ain Sahara .....	54
II.4.4 Château d'eau Sidi Mehdi.....	57
II.5. Conclusion.....	59

### ***Chapitre III : Évaluation des besoins en eau de l'agglomération***

III.1. Introduction.....	61
III.2. Evolution de la population.....	61
III.3. Estimation des besoins.....	62
III.4. Catégories des besoins .....	62
III.4.1. Estimation des besoins en eau domestiques.....	62
III.4.2. Les besoins des équipements.....	62
III.4.3. Récapitulation des besoins en eau de la commune <i>de Nezla</i> .....	64
III.5. Variation de la consommation journalière.....	64
III.5.1. Variation des débits de consommation dans le temps.....	64
III.5.2. Evaluation de la consommation maximale journalière.....	64
III.5.3. Evaluation de la consommation minimale journalière.....	65
III.6. Variation des débits horaires.....	65
III.7. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants.....	67
III.8 Bilan ressources-besoins.....	70
III.9 Conclusion.....	71

### ***Chapitre IV : Les réservoirs d'alimentation en eau potable***

IV.1. Introduction.....	73
IV.2. Caractéristiques du réservoir .....	73
IV.3. Classification des réservoirs.....	73
IV.4. Utilités des réservoirs.....	73
IV.5. Qualité de l'eau dans les réservoirs.....	74
IV.6. Emplacement du réservoir .....	74
IV.7. Choix du type du réservoir.....	74
IV.8. Equipements du réservoir .....	74
IV.9 Aménagements interne des réservoirs .....	76
IV.10 Recommandations diverses .....	77
IV.11 Capacité du réservoir.....	77
IV.11.1 Méthode analytique.....	77
IV.11.2 Méthode graphique.....	78
IV.11.3 Dimensionnement des réservoirs.....	79
IV.11.4 Bilan de stockage.....	82
IV.11.5 Dimensionnement du réservoir projeter.....	83
IV.12 Conclusion.....	84

### ***Chapitre V : Projection d'un nouveau réseau à l'horizon 2049***

V.1 Introduction.....	86
V.2 Le réseau de distribution.....	86
V.3 Choix du système de distribution .....	88
V.4 Choix du type de matériaux .....	88
V.5 Description de système de canalisation utilisé.....	89
V.6 Calcul hydraulique du réseau maillé.....	89
V.7 Dimensionnement du nouveau réseau projeté.....	90
V.7.1 Débit route .....	90
V.7.2 Débit spécifique.....	90
V.7.3 Les logiciels utilisés .....	91

V.7.4 Calcul de débits .....	92
V.7.5 La répartition arbitraire et le dimensionnement du réseau.....	93
V.7.6 Détermination des paramètres hydrauliques du réseau projeté .....	93
V.7.6.1 Cas de pointe.....	93
V.7.6.2 Cas de pointe plus incendie .....	98
V.8 Conclusion.....	102

### ***Chapitre VI : Pose de canalisation et Accessoires du réseau***

VI.1 Introduction.....	104
VI.2 Pose de canalisations.....	104
VI.3 Choix et type de pose de canalisation pour l'agglomération.....	104
VI.4 Utilisation des Butées et verrouillage.....	106
VI.4.1 L'utilisation de massifs de butées en béton.....	106
VI.4.2 Verrouillage.....	106
VI.5 Les différents travaux de mises en place des canalisations.....	110
VI.6. Accessoires du réseau de distribution.....	110
VI.7 Organes de mesure.....	117
VI.8. Conclusion.....	118

### ***Chapitre VII : Protection et Sécurité de travail***

VII.1 Introduction.....	120
VII.2 Les différentes phases d'exécution des travaux.....	120
VII.3 Accident de travail.....	120
VII.4 Liste des conditions dangereuses.....	121
VII.5 Liste des actions dangereuses.....	121
VII.6 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents.....	121
VII.7 Conclusion.....	122

### ***Chapitre VIII : Gestion et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable***

VIII.1. Introduction.....	124
VIII.2. Problèmes rencontrés dans un réseau d'AEP.....	124
VIII.3. Problème de gestion des réseaux d'AEP en Algérie.....	124
VIII.4. But de la gestion.....	124
VIII.4.1. Gestion et exploitation des forages.....	125
VIII.4.2. Gestion des ouvrages de stockage .....	126
VIII.4.3. Gestion du réseau d'adduction et de distribution.....	127
VIII.4.4. Gestion des stations de pompage.....	128
VIII.5. Défaillances.....	129
VIII.6 Réhabilitation.....	134
VIII.6.1 Définition.....	134
VIII.6.2 Les différentes techniques de réhabilitation.....	134
VIII.7. Conclusion.....	136

Conclusion générale.....	138
--------------------------	-----

Annexe

Référence bibliographique

## **Liste des tableaux**

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

<b>Tableau I.1 : Evolution des populations des agglomérations au cours des 3 derniers recensements</b> .....	05
<b>Tableau I.2 : Température moyenne mensuelle (Nezla)</b> .....	05
<b>Tableau I.3 : l'humidité moyenne mensuelle (Nezla).</b> .....	06
<b>Tableau I.4 : Insolation moyenne mensuelle (Nezla)</b> .....	07
<b>Tableau I.5 : vitesse moyenne du vent (Nezla).</b> .....	07
<b>Tableau I.6 : pluviométrie moyenne mensuelle (Nezla).</b> .....	08
<b>Tableau I.7 : Evaporation moyenne mensuelle (Nezla).</b> .....	09
<b>Tableau I.8 : Tableau récapitulatif du système hydrogéologique du bas Sahara.</b> .....	11
<b>Tableau I.9 : les forages du continental intercalaire (Albien) de la zone d'étude</b> .....	13
<b>Tableau I.10: Les forages du Continental Terminal (Mio-Pliocène) de la zone d'étude</b> ...	13
<b>Tableau I.11 : Débits de dimensionnement de l'usine de déminéralisation</b> – pour une ligne de traitement - .....	14
<b>Tableau I.12 : Capacité d'alimentation actuelle de la station.</b> .....	14
<b>Tableau I.13 : La stations de pompage de la commune de Nezla.</b> .....	14
<b>Tableau I.14: conduite d'adduction de la zone d'étude.</b> .....	15
<b>Tableau I.15 : les réservoirs existants dans la zone d'étude.</b> .....	15
<b>Tableau I.16 : Longueur du réseau de distribution (m) par matériau et diamètre.</b> .....	16

### **Chapitre II : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable actuel**

<b>Tableau II.1 : Caractéristiques de la résistance forage AIN SAHRA.</b> .....	18
<b>Tableau II.2 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage AIN SAHRA...</b>	18
<b>Tableau II.3 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage AIN SAHRA</b> château. ....	22
<b>Tableau II.4 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques</b> forage COMPLEXE N°1 .....	23
<b>Tableau II.5 : Caractéristiques de la résistance forage COMPLEXE N°2</b> .....	25
<b>Tableau II.6 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques</b> forage COMPLEXE N°2. ....	25
<b>Tableau II.7 : Caractéristiques des Pompes des G.E.P de la station SDM</b> .....	28
<b>Tableau II.8 : Caractéristiques des Moteurs des G.E.P de la station SDM</b> .....	28
<b>Tableau II.9 : Caractéristiques des Equipements Electromécaniques (station pompage</b> complexe). ....	31
<b>Tableau II.10 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques (station pompage</b> complexe). ....	31
<b>Tableau II.11 : Caractéristiques des forages alimentant Nezla</b> .....	33
<b>Tableau II.12 : Caractéristiques des conduites d'Adduction Nezla.</b> .....	33
<b>Tableau II.13 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°2 vers station SDM.</b> .....	34
<b>Tableau II.14 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°2 vers</b> complexe hydraulique. ....	34
<b>Tableau II.15 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°3+ONID vers complexe</b> hydraulique. ....	34
<b>Tableau II.16 : les caractéristiques d'adduction Ain Sahra N°2 vers SDM et Complexe</b> Khmesti. ....	34

<b>Tableau II.17 : les caractéristiques d'adduction Ain Sahra N°1 vers SDM et Complexe Khmesti</b> .....	35
<b>Tableau II.18 : les caractéristiques d'adduction SDM vers Complexe KHMISTI</b> .....	35
<b>Tableau II.19 : les caractéristiques d'adduction secteur Ain Sahra 2</b> .....	36
<b>Tableau II.20 : les caractéristiques d'adduction secteur Sidi Mehdi</b> .....	36
<b>Tableau II.21 : les caractéristiques d'adduction secteur Ain Sahra 1</b> .....	37
<b>Tableau II.22 : Caractéristique des bâches d'eau Khmesti</b> .....	39
<b>Tableau II.23 : Caractéristique du château de complexe</b> .....	42
<b>Tableau II.24 : Caractéristique de la station de pompage</b> .....	45
<b>Tableau II.25 : Caractéristique du château de Ain Sahra</b> .....	51
<b>Tableau II.26 : Caractéristique du château d'eau Sidi Mehdi</b> .....	55

### **Chapitre III : Évaluation des besoins en eau de l'agglomération**

<b>Tableau III.1 : Evolution de la population pour différents horizons</b> .....	58
<b>Tableau III.2 : Les besoins en eau domestiques</b> .....	59
<b>Tableau III.3 : Les besoins en eau administratifs</b> .....	60
<b>Tableau III.4 : Les besoins en eau socioculturels</b> .....	60
<b>Tableau III.5 : Les besoins en eau sanitaires</b> .....	60
<b>Tableau III.6 : Les besoins en eau scolaires</b> .....	60
<b>Tableau III.7 : Les besoins en eau commerciaux</b> .....	60
<b>Tableau III.8 : Récapitulation de la consommation totale de la ville d'Nezla</b> .....	61
<b>Tableau III.9 : Evaluation des débits maximums journaliers</b> .....	62
<b>Tableau III.10 : Evaluation des débits minimums journaliers</b> .....	62
<b>Tableau III.11 : variation de <math>\beta</math> max en fonction du nombre d'habitants</b> .....	63
<b>Tableau III.12 : variation de <math>\beta</math> min en fonction du nombre d'habitants</b> .....	63
<b>Tableau III.13 : Calcul des débits maximaux horaires</b> .....	63
<b>Tableau III.14 : Calcul des débits minimums horaires</b> .....	64
<b>Tableau III.15 : Variation des débits horaires actuellement (2019)</b> .....	64
<b>Tableau III.16 : Variation des débits horaires pour l'horizon (2034)</b> .....	66
<b>Tableau III.17 : Variation des débits horaires pour l'horizon (2049)</b> .....	67
<b>Tableau III.18 : Bilan ressources-besoins</b> .....	67

### **Chapitre IV : Les réservoirs d'alimentation en eau potable**

<b>Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du stockage en 2018</b> .....	77
<b>Tableau IV.2 : Détermination de la capacité du stockage nécessaire en 2034</b> .....	78
<b>Tableau IV.3 : Détermination de la capacité du stockage nécessaire en 2049</b> .....	79
<b>Tableau IV.4 : Bilan de stockage</b> .....	79

### **Chapitre VI : Pose de canalisation et Accessoires du réseau**

<b>Tableau VI.1: Choix du coefficient du talus</b> .....	105
<b>Tableau VI.2: Produits de désinfection (Doses et temps de contact)</b> .....	106

## **Liste des figures**

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

<b>Figure I.1</b> : image satellitaire (l'existence de la ville de Touggourt).....	03
<b>Figure I.2</b> : carte de la structure administrative de la zone d'étude.....	04
<b>Figure I.3</b> : remontée de la nappe phréatique dans la région de Touggourt (Tatawine).....	09
<b>Figure I.4</b> : Conduites entartées en dépôt au Complexe.....	10

### **Chapitre II : Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable actuel**

<b>Figure II.1</b> : Image satellitaire d'un plan de situation du forage refroidissement. ....	17
<b>Figure II.2</b> : forage refroidissement Ain Sahra. ....	17
<b>Figure II.3</b> : Les boulons du compteur oxydés. ....	18
<b>Figure II.4</b> : l'absence des boulons de fixations. ....	19
<b>Figure II.5</b> : les câbles électriques. ....	19
<b>Figure II.6</b> : le support au niveau de forage est fragile. ....	20
<b>Figure II.7</b> : Image satellitaire d'un plan de situation du forage château d'eau Ain Sahra 01.....	21
<b>Figure II.8</b> : forage château d'eau Ain Sahra 01.....	21
<b>Figure II.9</b> : Aucun armoires de commande.....	21
<b>Figure II.10</b> : l'absence d'alimentation électriques. ....	21
<b>Figure II.11</b> : l'absence de GEP. ....	21
<b>Figure II.12</b> : Image satellitaire d'un plan de situation du forage complexe n°01.....	22
<b>Figure II.13</b> : forage complexe n°01. ....	22
<b>Figure II.14</b> : l'oxydation et peinture du forage. ....	23
<b>Figure II.15</b> : Image satellitaire d'un plan de situation du forage complexe n°02. ....	24
<b>Figure II.16</b> : forage complexe n°02. ....	24
<b>Figure II.17</b> : les câbles électriques sans aucune protection mécanique.....	25
<b>Figure II.18</b> : l'oxydation des équipements.....	25
<b>Figure II.19</b> : les câbles électriques sans aucune protection mécanique.....	26
<b>Figure II.20</b> : une ouverture au niveau du passage de la conduite.....	26
<b>Figure II.21</b> : Image satellitaire d'un <b>plan</b> de situation du station pompage SDM.....	27
<b>Figure II.22</b> : station pompage au niveau SDM.....	27
<b>Figure II.23</b> : les câbles d'alimentation.....	28
<b>Figure II.24</b> : les tiges de fixation des GEP.....	29
<b>Figure II.25</b> : la gaine de protège.....	29
<b>Figure II.26</b> : l'extrémité des câbles électriques.....	29
<b>Figure II.27</b> : Image satellitaire d'un plan de situation du station pompage complexe.....	30
<b>Figure II.28</b> : station pompage complexe.....	30
<b>Figure II.29</b> : fuite au niveau de la carcasse.....	31
<b>Figure II.30</b> : fuite et dépôt de calcaire au niveau des tresses.....	31
<b>Figure II.31</b> : les câbles d'alimentation.....	32
<b>Figure II.32</b> : les câbles posés dans caniveau inondé.....	32
<b>Figure II.33</b> : Plan d'implantation des ouvrages du complexe Khmesti.....	38
<b>Figure II.34</b> : Vue des réservoirs 2x3000 m <sup>3</sup> .....	40
<b>Figure II.35</b> : Portail métallique de la 1ere chambre de vanne enlevée.....	41
<b>Figure II.36</b> : Présence d'humidité sur la face intérieure des parois de la 1 ère chambre...	41
<b>Figure II.37</b> : Dégradation de la paroi. ....	41

<i>Figure II.38: Dégradation des parois coté extérieur dû au réservoir.</i>	41
<i>Figure II.39: Présence d'eau a plus de 50cm/ radier.</i>	41
<i>Figure II.40 : Dégradation du socle avec présence d'eau.</i>	41
<i>Figure II.41 : Etat dégradé des escaliers d'accès à la porte.</i>	42
<i>Figure II.42: Fissure sur parois extérieur (2.5-3 cm).</i>	42
<i>Figure II.43: Absence de couverture, et échelle.</i>	42
<i>Figure II.44: Fissuration sur dalle de couverture.</i>	42
<i>Figure II.45: Vue du réservoir surélevé.</i>	44
<i>Figure II.46: Fissuration sur la dalle de couverture, avec absence d'étanchéité.</i>	44
<i>Figure II.47 : Réserve pour conduite prévu non conforme.</i>	44
<i>Figure II.48: Dégradation de l'enrobage et acier corrodé apparente sur paroi extérieur.</i>	44
<i>Figure II.49 : Dégradation de l'enrobage avec apparition.</i>	44
<i>Figure II.50: Dégradation de l'enduit au ciment.</i>	45
<i>Figure II.51: Présence des extincteurs.</i>	46
<i>Figure II.52: Dégradation des escaliers et détachement du garde-corps.</i>	46
<i>Figure II.53: Absence de grille de protection.</i>	47
<i>Figure II.54 : Dégradation de regard de conduite.</i>	47
<i>Figure II.55 : Dégradation de mur en maçonnerie.</i>	47
<i>Figure II.56: Vue sur les magasins.</i>	48
<i>Figure II.57: les fissurations des magasins.</i>	48
<i>Figure II.58: Abri de stockage d'hypochlorite.</i>	48
<i>Figure II.59: Clôture.</i>	48
<i>Figure II.60 : Plan d'implantation des ouvrages du station déminéralisation.</i>	49
<i>Figure II.61: Présence des ruines.</i>	50
<i>Figure II.62: Forage sur plateforme en béton armé.</i>	50
<i>Figure II.63: Fissuration au niveau de la plateforme.</i>	50
<i>Figure II.64: Toiture de l'abri en tôle avec contre-plaqué.</i>	50
<i>Figure II.65: Fissuration au niveau de la plateforme forage.</i>	50
<i>Figure II.66: Fondation de l'abri magasin.</i>	50
<i>Figure II.67: Plan d'implantation des ouvrages.</i>	51
<i>Figure II.68 : Vue du château d'eau.</i>	53
<i>Figure II.69 : Dégradation de l'enrobage.</i>	53
<i>Figure II.70: Déblai lors de travaux précédant.</i>	53
<i>Figure II.71: Présence d'humidité apparente sur les parois extérieures de la cuve.</i>	53
<i>Figure II.72 : Plan d'implantation de forage.</i>	53
<i>Figure II.73: Canal de rejet dégradé.</i>	54
<i>Figure II.74 : Plateforme en béton.</i>	54
<i>Figure II.75: Forage.</i>	54
<i>Figure II.76: Plan d'implantation d'ouvrages.</i>	54
<i>Figure II.77 : Vue du château.</i>	55
<i>Figure II.78: Dégradation de la plateforme.</i>	55
<i>Figure II.79: Trace de fuite au niveau de reprise de bétonnage.</i>	55
<i>Figure II.80 : Escalier métallique d'accès.</i>	56

### **Chapitre III : Évaluation des besoins en eau de l'agglomération**

<i>Figure III.1 : Evolution de la population de la ville à différents horizons.</i>	58
<i>Figure III.2 : Graphique de la consommation pour l'horizon 2034.</i>	65
<i>Figure III.3 : Courbe de la consommation cumulée à moyen terme.</i>	65
<i>Figure III.4 : Graphique de la consommation pour l'horizon 2049.</i>	66

<i>Figure III.5 : Courbe de la consommation cumulée à long terme.</i> .....	67
<i>Figure III.6: Diagramme de production-besoins future.</i> .....	67

#### **Chapitre IV : Les réservoirs d'alimentation en eau potable**

<i>Figure IV.1: Les équipements de réservoir.</i> .....	72
<i>Figure IV.2 : Les chicanes dans le réservoir.</i> .....	74
<i>Figure IV.3 : graphe de consommation en fonction de l'apport.</i> .....	76
<i>Figure IV.4 : Bilan de comparaison de besoin en stockage.</i> .....	80

#### **Chapitre V : Projection d'un nouveau réseau à l'horizon 2049**

<i>Figure V.1: Schéma général d'un réseau de distribution (R : Réservoir).</i> .....	83
<i>Figure V.2 : le réseau existant et le réseau projeté de la zone d'étude avec logiciel Epanet.</i> .....	84
<i>Figure V.3 : Courbe de modulation aux nœuds.</i> .....	89
<i>Figure V.4 : Courbe volume des réservoirs.</i> .....	89
<i>Figure V.5 : courbe distribution de vitesse en cas de pointe.</i> .....	90
<i>Figure V.6 : profil longitudinal de demande en cas de pointe.</i> .....	91
<i>Figure V.7 : courbe distribution de perte charge en cas de pointe.</i> .....	91
<i>Figure V.8: courbe de niveau - pressions en cas de pointe.</i> .....	91
<i>Figure V.9: courbe de distribution de pression en cas de pointe.</i> .....	92
<i>Figure V.10 : profil longitudinal d'altitude en cas de pointe</i> .....	92
<i>Figure V.11 : courbe de distribution d'altitude en cas de pointe.</i> .....	92
<i>Figure V.12 : profil longitudinal de pression en cas de pointe.</i> .....	93
<i>Figure V.13 : courbe de distribution de charge en cas de pointe.</i> .....	93
<i>Figure V.14 : résultats de la simulation en cas de pointe.</i> .....	94
<i>Figure V.15 : courbe de distribution de vitesse en cas de pointe plus incendie.</i> .....	95
<i>Figure V.16 : courbe de distribution de perte de charge en cas de pointe plus incendie.</i> ....	95
<i>Figure V.17: courbe de niveau - pressions en cas de pointe plus incendie.</i> .....	95
<i>Figure V.18 : profil longitudinal de pression en cas de pointe plus incendie.</i> .....	96
<i>Figure V.19 : courbe de distribution de pression en cas de pointe plus incendie.</i> .....	96
<i>Figure V.20 : courbe de distribution de charge en cas de pointe plus incendie.</i> .....	96
<i>Figure V.21 : profil longitudinal de demande en cas de pointe plus incendie.</i> .....	97
<i>Figure V.22 : résultats de la simulation en cas de pointe plus d'incendie.</i> .....	98

#### **Chapitre VI : Pose de canalisation et Accessoires du réseau**

<i>Figure VI.1 : la pose de conduites à travers un oued.</i> .....	102
<i>Figure VI.2 : Robinets vanne à opercule (D'après document Pont-à-Mousson).</i> .....	107
<i>Figure VI.3: Robinets vanne papillon (D'après document Pont-à-Mousson)</i> .....	108
<i>Figure VI.4: Clapet à double battant (D'après document Danfoss Socla</i> .....	108
<i>Figure VI.5: Clapet à simple battant (D'après document Danfoss Socla).</i> .....	109
<i>Figure VI.6 : Clapet à simple battant (à brides) (D'après document Danfoss Socla).</i> .....	109
<i>Figure VI.7 : Ventouse (D'après document Pont-à-Mousson).</i> .....	110
<i>Figure VI.8: Bouche d'incendie ou de lavage.</i> .....	110
<i>Figure VI.9 : Soudage bout à bout.</i> .....	111
<i>Figure VI.10: Les coudes.</i> .....	112
<i>Figure VI.11 : Les tés.</i> .....	112
<i>Figure VI.12: Les croix de jonction.</i> .....	112
<i>Figure VI.13 : les manchons.</i> .....	113

<b>Figure VI.14 : Cônes.</b> .....	113
<b>Figure VI.15 : Débitmètres déprimogènes.</b> .....	114
<b>Figure VI.16 : Manomètre (d'après document BAMO).</b> .....	114
<b>Figure VI.17: Manomètre (d'après document BAMO).</b> .....	115

**Chapitre VIII : Gestion et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable**

<b>Figure VIII.1: Procédé de réhabilitation par centrifugation.</b> .....	131
<b>Figure VIII.2 : Procédé de traitement des conduites par injection.</b> .....	132
<b>Figure VIII.3 : les travaux des réhabilitations.</b> .....	133

### ***Liste des planches***

***Planche N°1*** : Plan de masse la commune de Nezla, daïra de Touggourt W.Ouargla .

***Planche N°2*** : Plan du réseau d'AEP projeté de la commune de Nezla , daïra de Touggourt W.Ouargla

***Planche N°3*** : Profil en long de la conduite principale de distribution du réseau projeté à partir du réservoir projeté jusqu'au nœud N111

***Planche N°4*** : Profil en long de la conduite principale d'adduction à partir du forage SIDI MEHDI jusqu'au nœud N165.

***Planche N°5*** : Profil en long de la conduite principale d'adduction à partir du nœud N165 jusqu'au N203

### ***Liste des annexes***

I - Régime de consommation des agglomérations.

II - Répartition des débits horaire en fonction du nombre d'habitant.

III - Norme algériennes des conduites.

IV - Age et caractéristiques des conduites.

V - Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe.

VI - Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus incendie

VII - La répartition des débits et des diamètres.

IX - Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe.

X - Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe.

XI- Charges et pressions dans le réseau projeté cas de pointe plus incendie.

## ***LISTE DES ABREVIATIONS***

- ACL** : Agglomération au chef –lieu  
**ADE** : Algérienne Des Eaux  
**AEP** : Alimentation en Eau Potable  
**AMC** : *amiante ciment*  
**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques  
**APC** : *Assemblée Populaire Communale*  
**AS** : Agglomération secondaire  
**CI** : *Continental Intercalaire*  
**CT** : *Complexe Terminal*  
**DN** : *Diamètre Nominal*  
**DRE** : *directions régionales de l'équipement*  
**GEP** : group électropompe  
**HMT** : *hauteur manométrique*  
**NGA** : National Geospatial-Intelligence Agency  
**OMS** : *Organisation Mondiale de la Santé*  
**ONID** : *Office National de l'Irrigation et du Drainage*  
**PEHD** : *Le polyéthylène haute densité*  
**RGPH** : *Recensement Général de la Population et de l'Habitat*  
**PN** : *Pression Nominale*  
**POS** : plan d'occupation des sols  
**PRV** : *Polyester Renforcé de fibres de Verre*  
**SASS** : *Système Aquifère du Sahara Septentrional*  
**SDM** : *Station déminéralisation*  
**UTM** : *Unified threat management (en français : gestion unifiée des menaces)*

## *Introduction générale*

Sur le plan mondial, l'eau (or bleu) est la matière la plus importante pour l'existence des êtres vivants. Il est indispensable qu'elle soit de bonne qualité pour la survie et le bien être des abonnés.

Un réseau de distribution de haute qualité est un réseau fiable qui assure un approvisionnement continu en eau potable, avec une pression appropriée. Les réservoirs équilibrent les pressions, permettent de répondre aux pointes de consommation, et d'assurer la protection contre les incendies. Le fonctionnement en boucle des conduites principales empêche l'eau de stagner et réduisent au maximum les nuisances pour les abonnés pendant les réparations des conduites.

Dans ce travail, une étude détaillée est nécessaire à travers le diagnostic et la réhabilitation du système d'alimentation en eau potable.

Notre région d'étude est alimentée actuellement à partir de forages, parfois injectent l'eau directement dans le réseau existant depuis une trentaine d'années, sans passer par les réservoirs. La qualité physico chimique de l'eau de l'Albien et sa température élevée conduisent à un entartrage est très important et rapide.

L'évaluation des différents besoins en eau potable de la région indique qu'à long terme le débit alloué s'avère insuffisant pour répondre aux besoins de l'agglomération.

Par ailleurs les visites des instances hydrauliques concernées répétées sur site révèlent que l'actuel réseau est vétuste, en mauvais état, et sous dimensionné. Ceci conclut qu'une rénovation et une réhabilitation de ce réseau s'imposent.

Notre étude consiste à faire un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla (Wilaya de Ouargla) en passant par la présentation de l'état actuel de ce réseau et l'exposition de ces différents problèmes, donner les recommandations nécessaires afin d'aboutir à un système capable d'assurer la desserte en eau pour l'agglomération à l'horizon d'étude 2049.

# *Chapitre I*

## *Présentation de la zone d'étude*

## Présentation de la zone d'étude

### I.1. Introduction :

Le manque d'eau potable est devenu la préoccupation quotidienne des algériens, c'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui consiste à la contribution à l'étude du système d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla de la ville de Touggourt.

Le but de ce chapitre est de connaître les différentes caractéristiques de la région d'étude afin d'aborder au mieux notre étude concernant l'alimentation en eau potable.

### I.2. Localisation géographique

#### I.2.1 Présentation de la région d'étude

La ville de Touggourt est située dans la wilaya de Ouargla circonscription administrative de Touggourt l'une des principales oasis du Sahara Algérien. Elle est située au sud –est à une distance de 650 km de la capitale Alger, à 160 km du chef-lieu la wilaya.

Ces coordonnées géographiques sont :

- longitudes 5°15' et 6°4' Est
- latitudes 33°6' et 32° Nord.

Elle est limitée par la wilaya :

- d'El oued au Nord et à l'Est.
- de Djelfa au Nord-ouest.
- d'Illizi et Ouargla au Sud-est.
- de Ghardaïa à l'ouest. (Figure I.1)

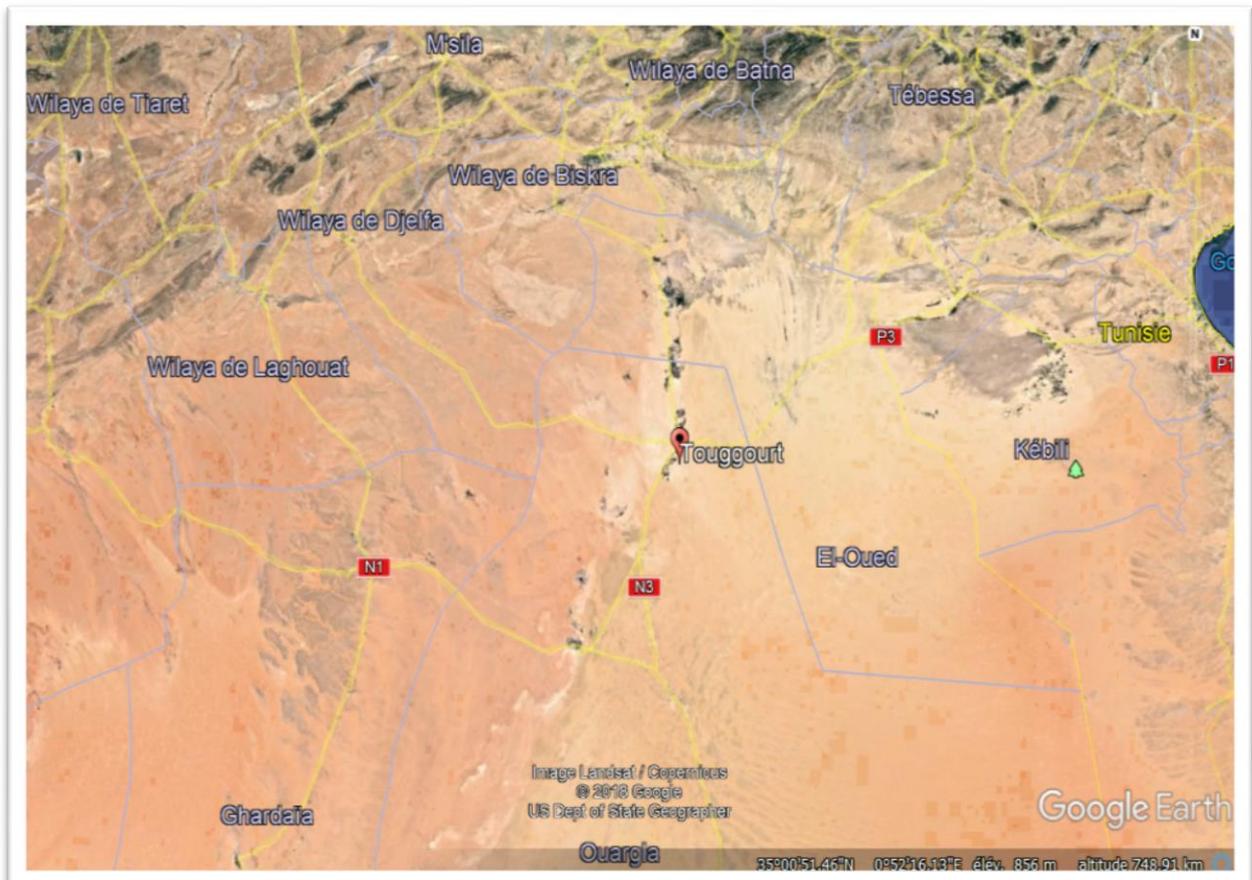


Figure I.1 : image satellitaire (l'existence de la ville de Touggourt)

Source : google earth  
12/03/2019

Notre zone d'étude (commune de Nezla) est située à Touggourt, la plus grande Daïra de la wilaya d'Ouargla. Touggourt représente la ville la plus connue de la région d'Oued-Righ, son territoire s'étend sur quatre communes ; à savoir : Tebesbest, Nezla, Zaouia Al-Abidia et Touggourt. Elle est un centre d'industrie de commerce et de tourisme important.

### I.2.2 Situation de la commune :

La commune de NEZLA est issue du dernier découpage administratif de 1984. En 1998, l'agglomération secondaire de Sidi Mehdi lui a été affectée. Elle couvre une superficie de 132.15 km<sup>2</sup> pour une population 51236 habitants au recensement de 2008.

Elle est limitée par la commune :

- de Touggourt et Tebesbest au Nord,
- de Temacine au Sud,
- d'Elallia et Touggourt à l'Ouest ;
- de M'Neguer à l'Est; (Figure I.2)

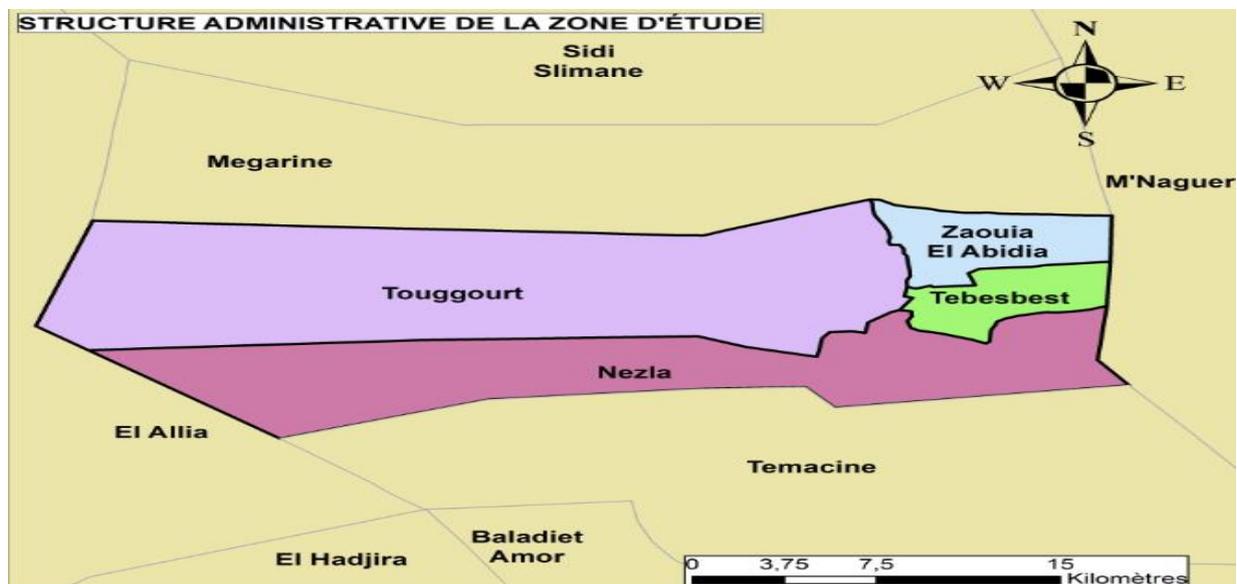


Figure I.2 : carte de la structure administrative de la zone d'étude [Source : DRE Touggourt] 23/09/2018

### I.3. Monographie et habitat

Pour une superficie de 132.15 Km<sup>2</sup>, la commune de Nezla comptait 51236 habitants et 438 habitants pour la zone éparse. Au dernier recensement, (donné par le RGPH 2008), elle se caractérisait par un taux d'accroissement de 2.40 %, et une densité moyenne de 389 habitants / Km<sup>2</sup>. L'évolution des populations représentent dans le tableau (I.1)

La zone d'étude renferme un tissu d'habitat à faible et moyenne densité, formé par des constructions individuelles de type rurales, des lotissements et de l'habitat collectif.

Tableau I.1 : Evolution des populations des agglomérations au cours de derniers recensements

Commune	R.G.P.H -2008		
	Agglomération	Type	Population
NEZLA	NEZLA	A.C.L	48 946
	Sidi mehdi	A.S	2 010
Total			51 236

Source : [APC Nezla]

#### I.4. Climatologie de la région

Le climat de la région de Nezla est particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été ; par la faiblesse des précipitations mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air.

Ces paramètres hydro climatiques ont une grande importance pour toute étude et surtout le bilan hydrique des aquifères. La zone d'étude appartient au grand bassin qui est caractérisée par un climat désertique pour cette étude des séries de données enregistrées à la station pluviométrique de Sidi Mahdi (aéroport de Touggourt).

##### I.4.1 Température

C'est un facteur principal qui conditionne le climat de la région. Elle représentée dans le tableau 1.2

**Tableau 1.2 : Température moyenne mensuelle (Nezla)**

Mois T (C°)	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T <sub>max</sub>	17.9	19.8	24.7	30.5	34.1	36.5	43.3	41.3	36.4	28.6	21.2	16.8
T <sub>min</sub>	5.2	6.2	10.1	15.0	20.1	22.4	28.0	26.8	23.6	17.8	9.4	5.4
T <sub>moy</sub>	11.2	12.4	16.4	19.2	25.7	30.4	35.8	34.1	29.9	22.9	14.8	10.5

[Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) 2008-2018]

D'après le tableau (I.), on remarque que les températures estivales sont élevées avec une moyenne de 35.8 le maximum se situe en juillet. Pour la température hivernale elle varie entre 11.2 et 12.4 et le mois de Janvier est le plus froid.

Ceci nous amène à dire que la région de Nezla se caractérise par un hiver très froid et un été très chaud.

##### I.4.2 L'humidité de l'air

Le degré hygrométrique de l'air (ou humidité relative) c'est le rapport de la tension de vapeur effective à la tension de vapeur saturante dans les mêmes conditions de température et de pression. Nous indiquons dans le tableau (I.3) la moyenne mensuelle de l'humidité mesurée période (2008-2018)

**Tableau 1.3 : l'humidité moyenne mensuelle (Nezla)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
H <sub>moy</sub> (%)	61.55	52.56	47.53	41.98	37.26	33.5	30.1	32.95	43.6	49.76	57.91	61.88	45.88

[Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) de 2008-2018]

Nous remarquons que l'humidité est faible dans l'ensemble ceci est dû notamment à l'augmentation de la température de l'air suite à l'importance de l'insolation.

Nous résumons en disant que l'humidité relative dépend dans une large mesure de la température et dépend aussi de la quantité du rayonnement reçus sur le sol.

##### I.4.3 L'insolation

Il s'agit de l'insolation effective de la période en heures durant laquelle le soleil atteint le max de la brillance la variation annuelle de l'insolation concorde avec celle de la nébulosité, elle est de type méditerranéen présentant un maximum, estival. Selon les valeurs représentées dans le tableau I.4.

**Tableau 1.4 : Insolation moyenne mensuelle (Nezla)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
Insolation (heurs/mois)	250	239	268	292,5	328	311	363	345	292	265	255	235	287

[Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) de 2008-2018]

**I.4.4 Le vent**

Le vent est déterminé par sa direction et sa vitesse. Il représente dans le *tableau 1.5*

**Tableau 1.5 : vitesse moyenne du vent (Nezla)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
V <sub>moy</sub> (m/s)	2,83	3,15	3,61	3,78	3,91	3,49	3,98	2,9	2,91	2,53	2,46	2,04	3,13

[Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) de 2008-2018]

Les vents les plus forts se produisent durant les mois Mars Avril et Mai avec un valeur maximum de 3.91 m/s en Mai. Généralement les vents les plus fréquents sont ceux qui ont une direction (Sud-Nord) et (Sud-Ouest-Sud Est).

**I.4.5 pluviométrie**

La faiblesse de la pluviométrie c'est le caractère fondamental du climat Saharien. La pluviométrie moyenne annuelle représentée dans le tableau 1.6

**Tableau 1.6 : la pluviométrie moyenne mensuelle (Nezla)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
P <sub>moy</sub> (mm)	11,27	5,01	6,79	9,71	1,8	0,46	0,05	1,2	5,81	6,61	2,62	3,91	4,60

[Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) de 2008-2018]

Les valeurs moyennes annuelles enregistrées depuis 2008 jusqu'a 2018 varient de 0.05 mm à 11.27 mm ce qui explique l'irrégularité des précipitations d'une année à l'autre ; durant cette période la valeur moyenne enregistrée est de l'ordre de 4.60 mm/an.

Nous remarquons une grande irrégularité des pluies faibles pendant l'hiver et presque nulles en été en règle générale les pluies sont d'une intensité plutôt faible pour notre région.

**I.4.6 Evaporation**

Le retour de l'eau à l'atmosphère peut se faire de différente manière ; soit directement par évaporation à partir d'une surface d'eau libre (mer, lac, cours d'eau, etc ...) ; soit par le plus souvent à partir d'un sol ou par les végétaux : on parle dans ce deuxième cas d'évapotranspiration.

Pour l'évaporation la quantité d'eau qui repart dans l'atmosphère dépend uniquement des paramètres physiques tels que la température de l'air, de l'eau, de la vitesse du vent, du degré hygrométrique, de l'ensoleillement etc.....Les valeurs sont motionné dans le tableau I.7

**Tableau 1.7 : Evaporation moyenne mensuelle (Nezla)**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
Evaporation (mm)	101,7	129	163,8	210,2	245,2	300,4	337,7	309,8	215,4	164	127	76,3	198.4

Source : (station pluviométrique de sidi mahdi) de [2008-2018]

## I.5 géomorphologie et Topographie de la région

La géomorphologie de la région est constituée des éléments suivants :

- La dénivelée entre le haut et le bas du relief est peu marquée. Elle repose sur les formations Mio-pliocène et Eocènes qui s'enfoncent progressivement vers le Nord. On trouve sur les parties hautes de la vallée un niveau quaternaire ancien à encroûtement gypso-calcaire, recouvert par endroits de formations dunaires. Le fond de la vallée est constitué de dépôts sablo argileux.

- Les formations sableuses sont composées de dunes et de cordons d'erg.

- La ville de Touggourt s'étale en longueur du nord vers le sud sur une dizaine de km. Elle est limitée à l'est par la palmeraie (drainée par le canal Oued Righ) et plus à l'est encore par les dunes du Grand Erg Oriental. A l'ouest s'étend la plaine qui se raccorde progressivement aux bas plateaux. Au sud de la ville de Touggourt et de la commune de Nezla l'altitude est proche de 75m.

L'agglomération secondaire de Sidi Mehdi est localisée au sud-est de la ville et de l'aéroport à environ 6 km du centre-ville de Touggourt. Cette agglomération est à 90 m d'altitude, soit une dénivelée de 15 m avec la ville.

Cette dénivelée explique pourquoi les premiers forages destinés à alimenter la ville ont été construits à Sidi Mehdi. Les eaux, à la sortie des forages, passaient par un refroidisseur, puis étaient acheminées gravitairement jusqu'à la ville de Touggourt.

## I.6 Hydrologie de surface

L'hydrologie de surface de la vallée de l'Oued Righ est très réduite, car les précipitations sont très faibles. L'alimentation du canal oued Righ se fait par Oued El-Kreouf et Chott MEROUANE. Ces eaux de drainage très salées proviennent de l'écoulement de la nappe phréatique qui alimente le canal. Notons que la salinité de ces eaux provient des sols salés et que les eaux de drainages proviennent des eaux d'irrigation.

Malgré les faibles précipitations et le faible nombre de jours de pluies dans la région du Sahara, les écoulements sur les versants occidentaux peuvent alimenter les réseaux hydrographiques pendant quelques temps.

## I.7 Géologie de la région

Les formations aquifères présentes à Nezla appartiennent au vaste Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) qui s'étend sur une zone dont les limites sont situées en Algérie, Tunisie et en Libye.

Ce bassin renferme une série de couches aquifères qui sont habituellement regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). Au-dessus du Continental Terminal, on trouve les nappes phréatiques largement étalées dans les formations continentales superficielles.

La description stratigraphique des formations géologiques de la zone d'étude sera décrite du plus récent au plus ancien. Voir ces résumés dans le tableau I.8

**Tableau I.8** : Tableau récapitulatif du système hydrogéologique du bas Sahara

Ere	Etage		Lithologie	Nature hydrogéologique
Quaternaire			Sable	Nappe superficielle (la nappe phréatique)
			Argiles, évaporites	Substratum (imperméable)
Tertiaire	Mio-pliocène		Sable	1 ère nappe de sables (Complexe Terminal)
			Argiles gypseuses	(Semi-perméable)
	Eocène	Pontien	Sables, gravies et grés	2 <sup>ème</sup> nappe des sables (complexe terminal)
		Moyen	Argiles lagunaires	Substratum
		Inferieur	Dolomies et calcaires	Nappe des calcaires (Complexe terminal)
Secondaire	Crétacé	Sénonien calcaire	Evaporites, argiles	Substratum
		Sénonien lagunaire	Argiles, marnes	Substratum
		Cénomanién	Sables et grés	Nappe albienne (Continental intercalaire)
		Albien Barrémien		

[Source : ANRH de Ouargla]

### I.8 Hydrogéologie de la région

Les seules ressources hydriques disponibles au Sahara septentrional sont d'origine souterraine. Les formations géologiques de la région d'étude contiennent deux grands ensembles de formations aquifères séparées par d'épaisses séries évaporitiques ou argileuses : de la base du crétacé supérieur l'ensemble inférieur appelé le Continental Intercalaire (CI), et l'ensemble supérieur appelée le Complexe Terminal (CT). Une troisième formation, d'importance plus modeste, s'ajoute aux deux précédentes : la nappe phréatique.

### I.9 Qualité des eaux

Les eaux du « CI » sont plus minéralisées à Touggourt qu'à Ouargla, à Ouargla la minéralisation est souvent inférieure à 1.5 g/l alors qu'à Nezla est dépassé 2.5 g/l, comme cela peut être vérifié dans le forage de Ain Sahara.

Les eaux du « CT » sont plus chargées encore. Ces eaux présentent généralement un faciès sulfaté sodique avec des teneurs en ions supérieures aux normes de potabilité fixées par l'OMS.

Pour éviter les interférences entre forages on a la distance entre forage Albien supérieure à 3 km par contre entre forages Mio-Pliocène est supérieure à 1.2 km.

### I.10 La remontée des eaux

La multiplication des forages, les pompages intensifs à débit de 20 à 300 l/s, les drainages insuffisants et les rejets des eaux usées engendrent certains problèmes particuliers tels que la remontée du niveau hydrostatique de la nappe phréatique.

La nappe phréatique de la vallée d'Oued Righ subit une remontée progressive de son niveau piézométrique qui ne cesse de s'accroître avec les années. Les premiers signes de la remontée de la nappe phréatique sont visibles dans certaines régions telles que la région de Marjaja et Tatawina.

D'après les gens de Touggourt, ce phénomène a été observé au niveau des cimetières où l'eau a empêché les gens de creuser dans certaines zones de ces cimetières. Cependant, la situation actuelle de cette nappe n'atteint pas encore celles des régions limitrophes, tel qu'Oued Souf et Ouargla. (Figure I.3)



**Figure I.3 :** Remontée de la nappe phréatique dans la région de Touggourt (Tatawine)

## I.11. Situation hydraulique existante :

### I.11.1. Les champs de captage :

La zone d'étude est alimentée par la chaîne des forages albien (tableau I.9) et Mio-pliocène (tableau I.10). L'ensemble des données qui ont pu être obtenues sur les forages proviennent de la subdivision des ressources en eau de Touggourt.

#### I.11.1.1 forages du Continental Intercalaire (Albien)

**Tableau I.9 :** forages du continental intercalaire (Albien) de la zone d'étude

Forage	Date d'exécution ou de réhabilitation	Profondeur équipée (par rapport au sol) (m)	Niveau statique (m/au sol)		Niveau dynamique maximum admissible dans le forage	Débit d'exploitation (l/s)	
			À l'origine	Actuel		À l'origine	Actuel
Ain Sahra N°01	2012	1770	250	/		250	142
Ain Sahra N°02	2010	1860	180	/		160	130
Sidi Mehdi Onid	2007	/	/	/	/	/	/
Sidi Mehdi N°02	1977	1750	250		/	/	150
Sidi Mehdi N°03	1992	1780	/	/	/	/	110

[Source : ADE Touggourt].

### I.11.1.2 forages du Continental Terminal (Mio-Pliocène)

**Tableau I.10:** forages du Continental Terminal (Mio-Pliocène) de la zone d'étude

Forage	Date d'exécution ou de réhabilitation	Profondeur équipée (par rapport au sol) (m)	Niveau statique (m/au sol)		Niveau dynamique maximum admissible dans le forage	Débit d'exploitation (l/s)	
			À l'origine	Actuel		À l'origine	Actuel
Refroidisseur Ain Sahra 02	2011	105	34	34	48	25	25
Ain Sahra Chateau	2002	102	32	32	69	20	/
Complexe N°01	1993	79	28	28	33		24
Complexe N°02	2013	153	30	30	56	24	24

[Source : ADE Touggourt]

### I.11.2 Unité de traitement

Les eaux de l'Albien à Touggourt sont connues pour être très entartrant. Les eaux du Mio-Pliocène présentent également des salinités très fortes.

La Figure I.10 représente un dépôt de conduites déclassées (AC 250-300) et illustre bien l'importance du phénomène d'entartrage



**Figure I.4 :** Conduites entartrées en dépôt au Complexe

[Source : SDM Nezla]

La station de déminéralisation a été finie en 2013 et mise en service en 2015, mais en service réduit. Elle comporte trois lignes, conçues pour fonctionner 24h/24.

**Tableau I.11 :** Débits de dimensionnement de l'usine de déminéralisation – pour une ligne de traitement-

Termes du bilan	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Débit (l/s)
Eau brute en entrée de ligne	507	141
Eau traitée	380	106
Eau brute de mélange	100	28
Eau mise en distribution	480	133
<i>Besoin en eau brute total</i>	<i>607</i>	<i>169</i>

L'eau déminéralisée, à la sortie des membranes a besoin d'être reminéralisée. Pour cela de l'eau brute est mélangée à l'amont de la bache d'eau traitée.

Les trois lignes en fonctionnement simultané ont donc une capacité de production de 400 l/s (soit 35 460 m<sup>3</sup>/j). Le besoin d'alimentation de l'usine (y compris eau de mélange) en eau brute, pour 3 lignes en service est de 506 l/s.

Dans l'état actuel, les forages de Sidi Mehdi ne sont pas encore raccordés à la station (l'adduction de Sidi Mehdi 2 – 400 PRV est finie mais pas encore en service ; et l'adduction de Sidi Mehdi 1 est utilisée directement pour l'alimentation du complexe.

**Tableau I.12 : Capacité d'alimentation actuelle de la station**

Forage albien	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Débit (l/s)
Ain Sahara 01	511	142
Ain Sahara 02	468	130
TOTAL	979	272

Cette capacité permet de faire fonctionner une ligne sans difficultés, mais la restructuration du réseau de distribution actuelle ne permet pas encore de fonctionner 24h/24. Aujourd'hui, la déminéralisation fonctionnait en une ligne de 9h à 16h.

### I.11.3 Station de pompage

**Tableau I.13 : La stations de pompage de la commune de Nezla**

Nom	Station de pompage -complexe Khmisti-
Emplacement	Centre-ville (A côté des bâches de 2×3000 m <sup>3</sup> )
Date de mise en service	1989 (réhabilitation en cours)
Type de la station	A l'origine refoulement vers les châteaux d'eau, actuellement vers le réseau de distribution
Lieu d'aspiration	Bâche de 2×3000 m <sup>3</sup>
Type de pompe	Pompe centrifuge
Nombre et caractéristique unitaire pompes	Prévu pour 4 pompes, mais 1 seule pompe en service actuellement
Débit d'équipement total (l/s)	112
Hauteur manométrique totale (m)	59

Le complexe Khmisti a été prévu comme point d'arrivée du stockage des eaux des forages Albien. La station de pompage du complexe devant alimenter les châteaux d'eaux.

La dégradation des installations et des pompes ont conduit l'exploitant à raccorder directement les forages albiens au réseau de distribution pour pallier aux défaillances de la station de pompage. (Tableau I.13)

Actuellement avec la mise en service de l'usine de déminéralisation, et tant que la station de pompage n'aura pas été réhabilité le problème reste posé. L'exploitant est contraint d'alimenter le réseau avec la pression de l'Albien pour desservir les populations les plus éloignées.

### I.11.4 Caractéristiques du système AEP

#### I.11.4.1 Adductions

Tableau I.14: conduite d'adduction de la zone d'étude

Diamètre	Matériaux					Total général
	AMC	Acier	Fonte	PEHD	PRV	
100	5	-	-	-	-	5
125	-	22	-	-	-	22
160	-	-	-	153	-	153
200	160	-	-	-	-	160
250	-	-	-	273	-	273
300	7	4	-	-	-	11
315	-	-	-	5	-	5
400	770	3	2598	430	3935	7736
500	5305	-	-	-	1270	6575
600	-	-	-	-	10	10
Total général	6247	29	2598	861	5215	14952

[Source : ADE Touggourt]

Les principales conduites d'adductions proviennent du champ captant de Sidi Mehdi :

➤ DN400 Fonte depuis Sid Mehdi 2 jusqu'au complexe (8,2 km) en très mauvais état, elle va être remplacée par le DN 400 PRV (9,2 km) posé depuis Sidi Mehdi 2 vers l'usine de déminéralisation.

➤ DN500 AC (10,2 km) depuis Sidi Mehdi 1 vers le complexe via Ain Sahara (et dans l'enceinte de la station de déminéralisation mais sans piquage pour le moment). Cette canalisation doit être remplacée par un DN 500 PRV (projet non encore inscrit).

Les autres conduites d'adduction se trouvent au sein de la commune. Notons les 2 x 500 PRV (2 x 2,5 km) posés récemment entre l'usine de déminéralisation et le complexe.

#### I.11.4.2 châteaux et bâches

Les capacités de stockage de la commune sont réparties sont données dans le tableau I.15

Tableau I.15 : les réservoirs existants dans la zone d'étude

Réservoirs	Type	Date de mise en service	Capacité de stockage (m <sup>3</sup> )
Ain Sahara	Château d'eau	1987	100
Complexe Khmisti	Château d'eau	1989	1500
Complexe Khmisti	Bâche 1 semi enterré	1980	3000
Complexe Khmisti	Bâche 2 semi enterré	1980	3000
Usine déminéralisation	Bâche eau brute	2015	2x2500
Usine déminéralisation	Bâche eau traitée	2015	2x2500
Sidi Mehdi	Château d'eau	1989	250
TOTAL			17850

[Source :ADE Touggourt]

La capacité de stockage de la ville est de 1850 m<sup>3</sup>. L'autonomie de stockage avoisine donc 20 h ce qui est très confortable. En réalité, du fait du mauvais état des réservoirs la ville.

### I.11.4.3 Réseau de distribution

Le réseau de distribution de la commune de Nezla totalise un linéaire de près de **175 km**. La répartition par matériau et par diamètre est donnée dans le graphique suivant :

**Tableau I.16 : Longueur du réseau de distribution (m) par matériau et diamètre**

Diamètre	Matériaux				TOTAL
	AMC	Acier	PEHD	PVC	
Inconnu	-	4	-	-	4
40	-	-	180	1017	1197
50	-	-	-	8	8
63	-	-	6957	31785	38742
75	-	-	194	-	194
90	-	-	5867	38372	44239
100	982	7	-	-	989
110	-	-	1800	15747	17547
125	-	34	-	3	37
150	1012	-	-	-	1012
160	-	-	6562	8655	15217
200	4428	15	4952	2277	11672
250	733	-	642	160	1535
300	3045	18	-	-	3063
315	-	-	842	53	895
400	1507	111	974	-	2592
500	299	-	55	-	354
Total général	12006	189	29025	98077	139297

[Source :ADE Touggourt]

Les canalisations en Amiante ciment représentent seulement 9 % du réseau de distribution mais sont surtout présentes dans les gros diamètres.

Le PVC représente 64% du linéaire essentiellement utilisé pour les petits diamètres, il est de type collé et donc présente beaucoup de fuites, fuites qui sont proportionnelles à la pression. Le PEHD vient se substituer progressivement au PVC et à l'Amiante Ciment ; pour les gros diamètres. En raison de la nature agressive des terrains, la DRE et l'ADE préfèrent maintenant le PRV plutôt que la fonte. Mais ce matériau est réservé aux adductions.

### I.11.4.4 Points noirs et difficultés d'exploitation du réseau

- Le réseau de distribution de la commune de NEZLA est assez ancien. Une certaine hétérogénéité du point de vue des matériaux des conduites et des types d'alimentation (gravitaire à partir des réservoirs et injection directe à partir des forages), rend la gestion délicate.

- La qualité de l'eau est responsable de nombreuses difficultés de gestion, les compteurs de distribution sont rapidement entartrés et les compteurs des abonnés ont une durée de vie réduite.

- La qualité physico chimique de l'eau de l'Albien et sa température élevée (58°C au niveau du forage), engendrent des problèmes sur le réseau. L'entartrage est très important et rapide. La DRE a commandé aucune mise à l'air libre sur les adductions pour éviter le dégazage de CO<sub>2</sub> et éviter les précipitations des carbonates et ainsi préserver ces conduites.

- Un problème se pose cependant pour la gestion des adductions qui sont assez longues (de l'ordre de 10 km) et que l'on n'imagine pas fonctionner durablement sans évacuation de l'air piégé aux points hauts.

- La mise en service de la station de déminéralisation devrait permettre de délivrer une eau de bonne qualité mais l'exploitant se heurte à de nombreuses difficultés pour sa mise en route en raison d'une part de la station de pompage du complexe qui n'est pas encore réhabilité (en cours) et d'autre part par les modifications à apporter au réseau de distribution du fait de cette nouvelle répartition des points d'alimentation du système.

- Le gaspillage de la ressource est considérable, probablement en raison d'une sous-estimation des conséquences à long terme de ce mode de gestion et d'autre part car les équipements ne sont pas conçus pour permettre de réguler efficacement les débits prélevés dans les forages Albien. Aucune vanne de régulation n'est installée sur ces forages ; seules des vannes de sectionnement existent : des vannes papillons inappropriées pour faire de la régulation.

### **I.12. Conclusion**

La région d'étude est située au sud-est de Algérie, la commune de Nezla est située à Touggourt wilaya de Ouargla. Il caractérisée par un climat continental aride, froid en hiver et chaud en été avec des précipitations sont très faibles et irrégulières

Pour les ressources en eaux souterraines dans la région d'étude, on rencontre les trois nappes à savoir du bas en haut : La nappe du Continental Intercalaire (CI), la nappe du Complexe Terminal (CT) et la nappe phréatique.

La topographie de la région est caractérisée par une faible pente qui influe négativement sur les réseaux et l'écoulement gravitaire naturel.

La remontée de la nappe est au niveau hydrostatique de la nappe phréatique, les points noirs et difficultés d'exploitation du réseau sont effectués la mauvaise gestion. On va faire un diagnostic du réseau pour détecter les problèmes

# *Chapitre II*

## *Diagnostic du système d'alimentation en eau potable actuel*

## ***Diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable actuel.***

### **II.1. Introduction :**

Le temps et la combinaison de différents facteurs et phénomènes de nature différente (propres à la canalisation, extérieurs et liés au fonctionnement du réseau) contribuent à la dégradation du conduit. On dit que le réseau vieillit : ruptures, fuites, dégradations de la qualité de l'eau. La connaissance de tous ces facteurs ainsi qu'une base de données descriptive sur l'ensemble du réseau et son environnement représente un atout nécessaire pour un bon diagnostic.

### **II.2. Caractéristiques générales du réseau d'AEP :**

Selon les renseignements (DRE), la dotation en eau potable actuelle est de 200 l/j/hab. Les conduites du réseau d'alimentation sont fabriquées en : acier, amiante, béton, PVC.

Il faut aussi tenir compte d'éventuels accidents qui provoquent des pertes considérables en eau potable, et le plus souvent des robinets mal ou non fermés, ainsi que des fuites de canalisations.

Généralement, dans un réseau d'AEP on peut estimer les fuites à savoir l'âge et matériau de la conduite, on trouve (Source ADE) :

- 20% pour un réseau en bon état.
- 25 à 35 % pour un réseau en état moyen.
- 52% pour un réseau en mauvais état.

Le diagnostic permet d'apprécier l'état qualitatif des ouvrages et d'en déduire les opérations d'entretien ou de maintenance à effectuer.

La méthodologie de diagnostic s'établit en quatre phases :

- Phase enquête et recueil de données, Cette phase consiste à faire l'estimation des dépenses nécessaire pour l'application d'un type de contrôle, la recherche d'une optimisation du coût global e, la meilleure valorisation du patrimoine conduisent à trouver un équilibre entre les ouvrages neufs et les travaux de conservation.

- Phase analyse de données, on procède au traitement des données brutes à l'aide de la mise en œuvre d'une politique de maintenance optimisée. (Le traitement des données et à l'aide à la mise en œuvre d'une politique de maintenance optimisée).

- Analyse et détermination des paramètres du diagnostic, Cette phase permet de choisir le personnel et le matériel nécessaire pour les différents types de maintenance. Pour cela, on utilise les résultats obtenus par la phase précédente.

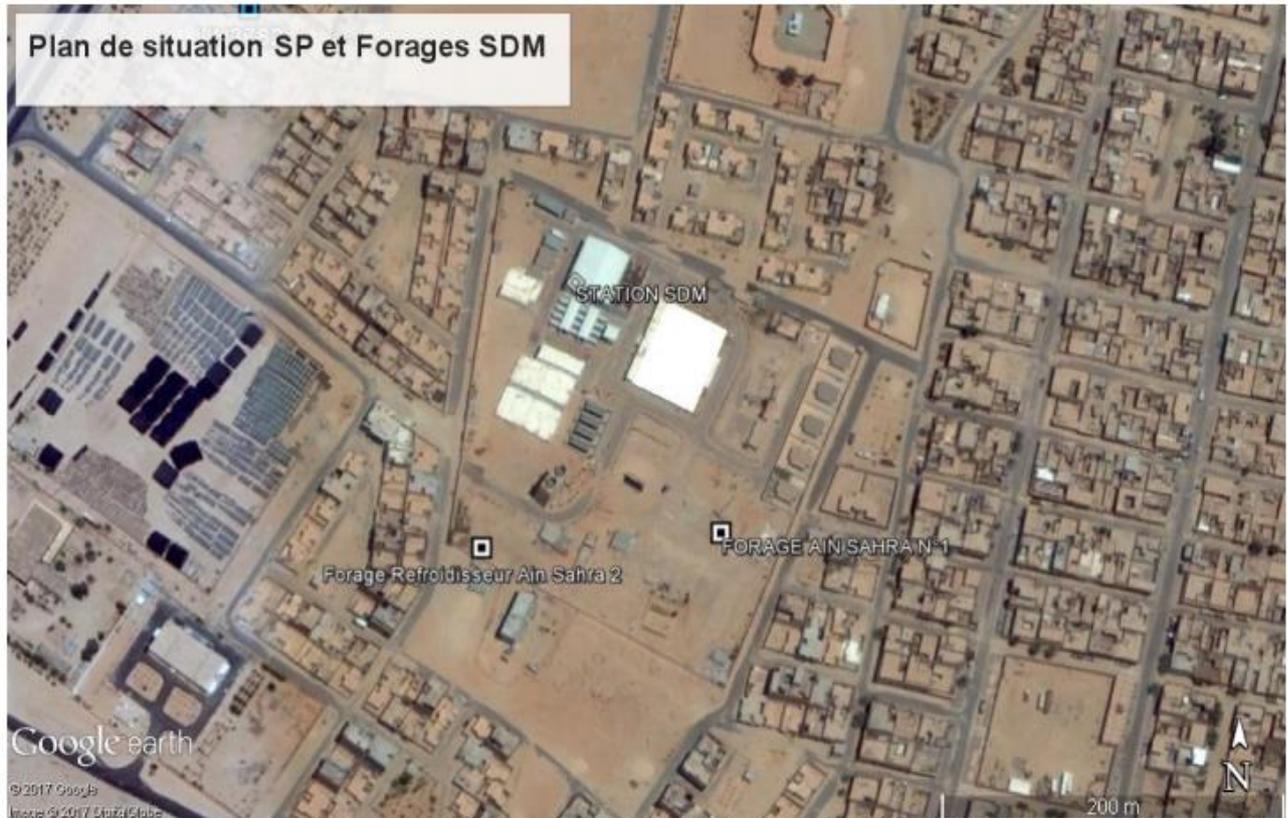
- Estimation des coûts, Cette phase consiste à faire l'estimation des dépenses nécessaire pour l'application d'un type de contrôle. La recherche d'une optimisation du coût global et la meilleure valorisation du patrimoine conduisent à trouver un équilibre entre les ouvrages neufs et les travaux de conservation.

## II.3 Diagnostic physique :

### II.3.1 Etat actuel du champ captant de la commune :

La commune de Nezla contient des forages Albien et les autres Mio-pliocène qui indiquent dans les tableaux (I.9) et (I.10), on va étudier le diagnostic de chaque une

#### II.3.1.1 Forage Refroidissement Ain Sahara :



**Figure II.1 :** Image satellitaire d'un plan de situation du forage refroidissement Ain Sahara (google earth) 24/02/2019

#### II.3.1.1.1 Caractéristiques du forage refroidissement Ain Sahara :

Ce forage se situe dans la Station de déminéralisation par osmose inverse.

Désignation	
Localité	Nazla
Longitude m	224.078,00
Latitude m	3.663.698,00
Altitude m	81,02
N <sup>bre</sup> de groupes	01
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	2015



**Figure II.2 :** forage refroidissement Ain Sahara

### II.3.1.1.2. Fonctionnement

Ce forage alimente directement le réseau de distribution. Dans ce forage, il y a un by-pass pour pouvoir alimenter, de temps à autre, la bache de la Station de Pompage.

### II.3.1.1.3. Equipements électromécaniques :

Ce forage a un démarrage statorique. Les caractéristiques de la résistance sont les suivantes :

**Tableau II.1 : Caractéristiques de la résistance forage Ain Sahra**

N° du G.E.P	Marque	Puissance (kw)	Intensité (A)	Résistance ( $\Omega$ )
01	DELTA RESISTANCE	37	72	0,37

C'est une armoire neuve. Le disjoncteur de tête est un disjoncteur de 125 A (avec une section des câbles de 4 x 25 mm<sup>2</sup>) et la protection du GEP est assurée par un contacteur du type ABB A75-30 (avec une section des câbles de 4 x 16 mm<sup>2</sup>).

Le fonctionnement de ce GEP est en mode manuel, car il alimente directement le réseau de distribution.

### II.3.1.1.4. Equipements hydromécaniques :

Les équipements apparents dans ce local sont :

**Tableau II.2 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage Ain Sahra.**

N°	Désignation	Matériau	Diamètre Nominal DN (mm)	Pression Nominale PN (bar)
01	Coude	Acier	125	
02	Clapet anti retour	Acier	125	16
03	Compteur		125	
04	Té	Acier	125/100	
05	Vanne de sectionnement	Acier	125	16
06	Conduite	Acier	125	

Les boulons du compteur, la plaque pleine DN 100, ainsi que les soudures sont oxydées.



**Figure II.3 : Les boulons du compteur oxydés**

Il manque des boulons de fixations au niveau de certains équipements, et ceux qui sont utilisés sont inadaptés (trop longs).



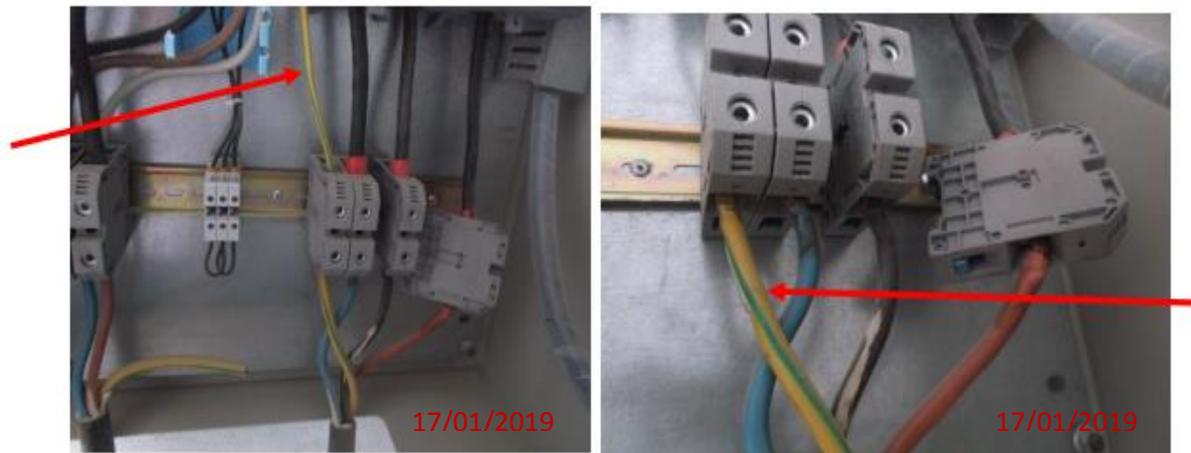
*Figure II.4 : l'absence des boulons de fixations.*

La manipulation de la vanne (ouverture et fermeture) se fait à l'aide d'une clé à griffe. La vanne ne possède pas de volant pour la manipulation.

### II.3.1.1.5. Recommandations :

#### II.3.1.1.5.1 Partie électromécanique :

Il faut changer le câble de couleur vert/jaune utilisé actuellement comme neutre. La couleur **vert/jaune** est utilisée **uniquement** pour la **terre**.



*Figure II.5: les câbles électriques*

Il y a lieu de fixer les borniers, et protéger les **jonctions, contre les contacts directs**, afin **d'éviter tout danger** pour l'agent de la maintenance.

Afin d'avoir une armoire propre, et écarter tout danger, il faut remettre en place les couvercles des goulottes

#### II.3.1.1.5.2 Partie hydromécanique :

Il y a lieu de bien nettoyer les différents équipements hydromécaniques (oxydation et dépôt de calcaire au niveau des soudures) et de les repeindre afin d'avoir une longévité maximale.

Par ailleurs, il faut changer les boulons inadaptés et rajouter les manquants afin d'avoir une meilleure adhésion entre les différents corps.

**II.3.1.1.5.3 Divers :**

Afin d'avoir une meilleure stabilité des équipements (à cause des vibrations), il est nécessaire de refaire le supportage en plus solide, pour éviter des désagréments futurs.



*Figure II.6 : le support au niveau de forage est fragile*

**II.3.1.2. Forage Ain Sahara Chateau :**

*Figure II.7: Image satellitaire d'un plan de situation du forage château d'eau Ain Sahra 01 (google earth) 24/02/2019*

**II.3.1.2.1 Caractéristiques du forage château d'eau Ain Sahra 01 :**

Ce forage est désaffecté, car l'eau est très salée et très chaude.

Désignation	
Localité	Nazla
Longitude m	223.1893,24
Latitude m	3.664.138,67
Altitude m	72,00
N <sup>bre</sup> de groupes	01
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	2010



Figure II.8 : forage château d'eau Ain Sahra 01

**II.3.1.2.2 Equipements électromécaniques :**

**II.3.1.2.2.1 Equipements électriques :**

Ce forage n'est pas alimenté électriquement.

**II.3.1.2.2.2 Equipements électromécaniques :**

Dans ce forage, il n'y a pas d'armoire de commande électrique



Figure II.9 : Aucun armoires de commande



Figure II.10 : l'absence d'alimentation électriques

**II.3.1.2.3 Equipements hydromécaniques :**

Dans ce forage, il n'y a pas de GEP.



Figure II.11 : l'absence de GEP

**Tableau II.3 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage Ain Sahra château.**

N°	Désignation	Matériau	Diamètre Nominal DN (mm)	Pression Nominale PN (bar)
01	Coude	Acier	125	
02	Compteur		125	
03	Vanne de sectionnement	Acier	125	16
04	Conduite	Acier	125	

Du fait que le forage est désaffecté, il n'y a aucune recommandation.

### II.3.1.3 Forage Complexe n° 01 :



**Figure II.12 : Image satellitaire d'un plan de situation du forage complexe n°01** (google earth) 24/02/2019

#### II.3.1.3.1. Caractéristiques du forage complexe N°01 :

Ce forage alimente directement le réseau de distribution.

Désignation	
Localité	Touggourt
Longitude m	225.563,41
Latitude m	3.665.859,33
Altitude m	79,00
N <sup>bre</sup> de groupes	01
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	-



**Figure II.13 : forage complexe n°01**

**II.3.1.3.2. Equipements électromécaniques :**

Ce forage est à l'arrêt, car il n'y a pas d'armoire électrique.

**II.3.1.3.3. Equipements hydromécaniques :**

*Tableau II.4 : Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage COMPLEXE N°1*

N°	Désignation	Matériau	Diamètre Nominal DN (mm)	Pression Nominale PN (bar)
01	Coude	Acier	150	
02	Clapet anti retour	Acier	150	16
03	Vanne de sectionnement	Acier	150	16
04	Conduite	Acier	150	

Du fait que ce forage se trouve sans abri, les différents constituants s'oxydent rapidement.

**II.3.1.3.4. Recommandations :****II.3.1.3.4.1 partie hydromécanique :**

Il y a lieu de procéder à des **interventions de maintenance périodiques**, afin **d'augmenter la longévité** de ces équipements en procédant à des nettoyages contre l'oxydation et des reprises de peinture.



*Figure II.14 : l'oxydation et peinture du forage.*

**II.3.1.3.4.2 Partie électromécanique :**

Il y a lieu de fixer les borniers, et protéger les **jonctions, contre les contacts directs**, afin **d'éviter tout danger** pour l'agent de la maintenance.

Afin d'avoir une armoire propre, et écarter tout danger, il faut remettre en place les couvercles des goulottes.

**II.3.1.4. Forage Complexe n° 02 :**



Figure II.15 : Image satellitaire d'un plan de situation du forage complexe n°02

(google earth)  
24/02/2019

**II.3.1.4.1 : Caractéristiques du forage complexe N°02**

Ce forage alimente directement le réseau de distribution.

Désignation	
Localité	Touggourt
Longitude m	225.571,88
Latitude m	3.665.868,65
Altitude m	79,00
N <sup>bre</sup> de groupes	01
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	-



Figure II.16 : forage complexe n°02

**II.3.1.4.2. Equipements électromécaniques :**

L'armoire de commande est en bon état.

Le démarrage de ce GEP est un démarrage par résistance statorique, dont les caractéristiques sont données dans le tableau II.5 :

**Tableau II.5 :** Caractéristiques de la résistance forage COMPLEXE N°2

N° du G.E.P	Marque	Puissance (kw)	Intensité (A)	Résistance ( $\Omega$ )
01	DELTA RESISTANCE	37	72	0,37

Les câbles électriques sont posés sans aucune protection mécanique. Nous avons constaté qu'il n'y avait pas de disjoncteur de tête, pour la protection générale de l'armoire. Ce dernier a brûlé, ainsi que quelques câbles de raccordement.



**Figure II.17:** les câbles électriques sans aucune protection mécanique

#### II.3.1.4.3. Equipements hydromécaniques :

Les équipements hydromécaniques de ce forage sont repris dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II.6 :** Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques forage COMPLEXE N°2

N°	Désignation	Matériau	Diamètre Nominal (mm)	Pression Nominale (bar)
01	Coude	Acier	125	
02	Clapet anti retour	Acier	125	16
03	Compteur		125	
04	Tronçon de conduite + piquage	Acier	125	16
05	Vanne de sectionnement	Acier	125	16
06	Conduite	Acier	125	
07	Manomètre		125	

Nous avons constaté qu'il y avait une oxydation sur les équipements.



**Figure II.18 :** l'oxydation des équipements

#### II.3.1.4.4. Recommandations :

##### II.3.1.4.4.1 partie électromécanique :

il est impératif de remplacer le disjoncteur principal, dans l'armoire de commande, et ceci afin de protéger tous les appareillages ainsi que le GEP. Par ailleurs, tous les câbles de raccordement, à l'intérieur de l'armoire et brules, doivent être changes.

de la même manière, il faut protéger les câbles, au niveau des raccordements, par des cosses appropriées et de la gaine thermodurcissable, afin d'éviter tout contact direct.



*Figure II.19 : les câbles électriques sans aucune protection mécanique*

De la même manière, il faut **revoir les câbles de raccordement** présentant un début de brûlure et reprendre les différentes connexions suivant les règles de l'art.

Afin de ne pas détériorer les câbles d'alimentation du GEP et de l'armoire de distribution, il y a lieu de les mettre dans un fourreau rigide pour une meilleure protection mécanique.

##### II.3.1.4.4.2 Partie hydromécanique :

Il y a lieu de nettoyer les différents équipements hydromécaniques (oxydation et dépôt de calcaire au niveau des soudures) et de les repeindre afin d'avoir une longévité maximale.

##### II.3.1.4.4.3 Divers :

Pour éviter le passage des différents insectes et petits rongeurs, il faut fermer l'ouverture au niveau du passage de la conduite.



*Figure II.20: une ouverture au niveau du passage de la conduite.*

## II.3.2 Station de Pompage

### II.3.2.1. Station de Pompage SDM :

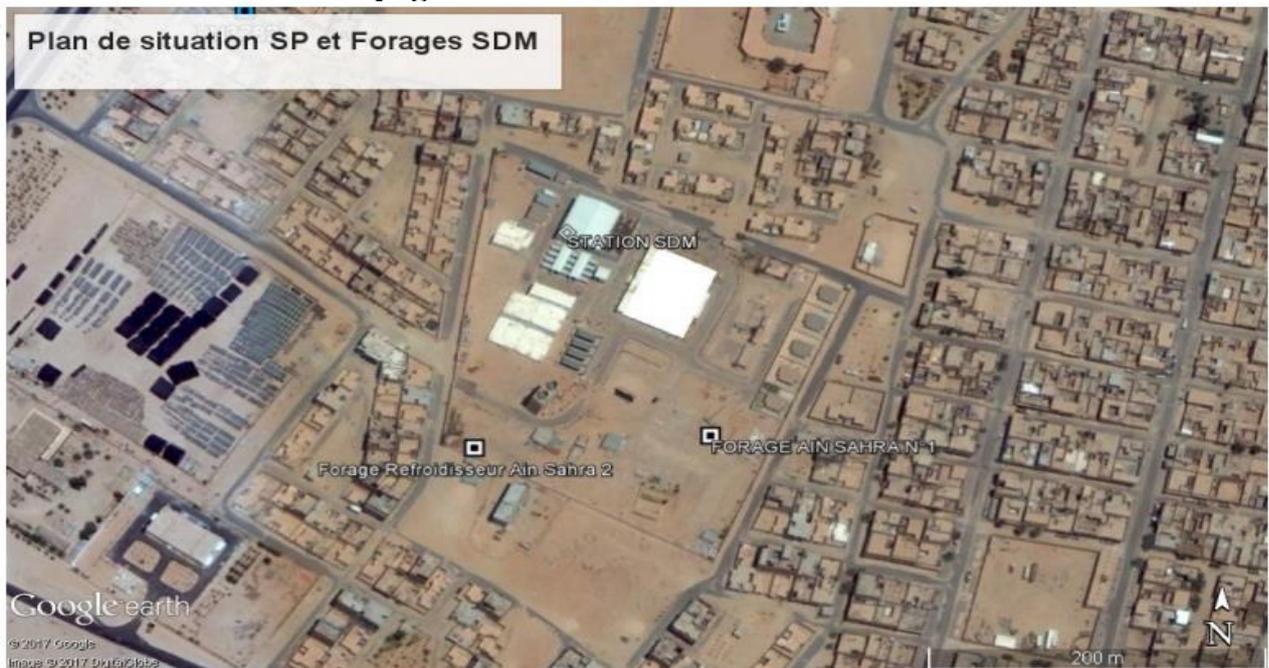


Figure II.21 : Image satellitaire d'un plan de situation du station pompage SDM

(google earth)  
24/02/2019

#### II.3.2.1.1. Caractéristiques du station pompage SDM :

Cette station est alimentée par deux (02) réservoirs 5000 m<sup>3</sup> chacun et refoule soit vers le complexe de déminéralisation, soit vers le réseau de distribution.

Désignation	
Localité	Nazla
Longitude m	224.213,85
Latitude m	3.663.786,68
Altitude m	80,00
N <sup>bre</sup> de groupes	04 + 02
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	2015



Figure II.22: station pompage au niveau SDM

#### II.3.2.1.2. Equipements électromécaniques :

##### II.3.2.1.2.1 Equipements électriques :

L'alimentation en énergie électrique de cette station est assurée par un transformateur de 3000 KVA / 30 kV dans un abri.

### II.3.2.1.2.2 Equipements électromécaniques :

C'est une station neuve. Elle est équipée de quatre (04) GEP pour le refoulement vers le complexe, avec un démarrage étoile-triangle, et deux (02) GEP vers le réseau de distribution, avec un démarreur progressif. Le fonctionnement de ces équipements (04) est le mode semi-automatique à partir de la salle de commande (l'arrêt et la marche des pompes se fait suite à une demande et non par des poires de niveaux).

Il n'y a que trois (03) pompes qui fonctionnent, la quatrième est en secours. Afin de ne pas utiliser toujours les mêmes GEP, l'ordre de marche change à chaque démarrage. Ainsi le GEP de secours n'est pas toujours le même. Les caractéristiques de ces G.E.P sont notées dans les tableaux (II.7) et (II.8) :

**Tableau II.7 : Caractéristiques des Pompes des G.E.P de la station SDM.**

N°	Marque	Type	Débit (m <sup>3</sup> /h)	HMT (m)	Vitesse de Rotation (tr /min)
01/02/03/04	FLOWSERVE		480	40	1485
01/02	CAPRARI	MEC-AZRBH2/125/E	342	40	

**Tableau II.8 : Caractéristiques des Moteurs des G.E.P de la station SDM**

N° du G.E.P	Marque	Intensité (A)	Puissance (KW)	Vitesse de Rotation (tr /min)
01/02/03/04	WEG W22	133	75	1485
01/02			75	

Par ailleurs, nous avons constaté que les câbles d'alimentation (courants forts) côtoyés les câbles de contrôle (courants faibles). Il y aura des perturbations électriques au niveau de ces câbles, et nous aurons ainsi des informations erronées.



**Figure II.23: les câbles d'alimentation**

Nous avons constaté, aussi, l'absence de modules antivibratoire entre le GEP et la dalle en béton. En plus de cela, les tiges de fixation des GEP sont soudées au ferrailage de l'armature du socle.

Avec le temps, et lors des différents démarrages et des fonctionnements des GEP, la vibration de ces groupes va se propager dans le socle en béton (vibration = onde) et il y aura une réaction physique avec cette dalle (destruction lente mais sûre avec le temps). Cette perturbation va se répercuter sur l'alignement du couple pompe – moteur.



**Figure II.24:** Les tiges de fixation des GEP



**Figure II.25:** la gaine de protégè

Les chemins de câbles, à leurs extrémités, sont très coupants. Donc pour ne pas « blesser » ces câbles d'alimentation, il y a lieu de protéger ces parties coupantes avec une gaine ou tout autre moyen possible.

#### II.3.2.1.2.3 Equipements hydromécaniques :

Au niveau de cette station, tous les équipements sont commandés à distance, sauf les vannes pour le refoulement, qui sont manuelles.

#### II.3.2.1.2.4 Recommandations partie électromécanique :

Afin d'éliminer les différentes perturbations dues au contact des câbles courants fort et faible, il est **impératif** de **séparer physiquement** ces courants.

Aussi et afin de **pallier à la propagation des vibrations** des GEP aux socles en béton, il y a lieu de placer, soit directement sous les GEP, soit sur les châssis métalliques, des **tampons en caoutchouc renforcé** (silent bloc ou amortisseurs). En plus de cela, il faut rajouter des isolants en caoutchouc au niveau des tiges filetées, afin d'éliminer (ou diminuer au maximum) la propagation de ces vibrations.

Les chemins de câbles, à leurs extrémités, sont très coupants. Donc pour ne pas « blesser » ces câbles d'alimentation, il y a lieu de protéger ces parties coupantes avec une gaine ou tout autre moyen possible.

Au niveau des raccordements des câbles (armoires des démarreurs étoile-triangle), il est **préconise de protéger les cosses avec de la gaine thermdurcissable** afin d'éviter les contacts directs.



**Figure II.26 :** l'extrémité des câbles électriques

**II.3.2.2 Station de pompage complexe :**



Figure II.27 : Image satellitaire d'un plan de situation du station pompage complexe

(google earth)  
24/02/2019

**II.3.2.2.1. Caractéristiques du station pompage complexe**

Cette station aspire de deux (02) bâches de 3000 m<sup>3</sup> et refoule vers le réseau de distribution.

Désignation	
Localité	Touggourt
Longitude m	225.529,00
Latitude m	3.665.912,00
Altitude m	77,00
Nbre de groupes	04
Entreprise de gestion	ADE
Année de mise en service	1989



Figure II.28 : station pompage complexe

**II.3.2.2.2 Equipements électromécaniques :**

**II.3.2.2.2.1 Equipements électriques :**

Cette station est alimentée par un transformateur dans un abri.

### II.3.2.2.2 Equipements électromécaniques :

Le disjoncteur de tête alimentant toute la station de pompage est un 1250 A.

Le démarrage des GEP est le démarrage par résistance statorique, dont les caractéristiques sont données dans le tableau II.9 :

**Tableau II.9 :** Caractéristiques des Equipements Electromécaniques (station pompage complexe)

N° du G.E.P	Marque	Puissance (KW)	Intensité (A)	Résistance ( $\Omega$ )
01/02	RESISTEL	110	210	0,129
03/04	DELTA RESISTANCES	185	340	0,066

Les câbles électriques sont posés dans le caniveau rempli d'eau.

### II.3.2.2.3. Equipements hydromécaniques :

Dans cette station, l'aspiration et le refoulement se font au travers de quatre (04) GEP. Au départ, il n'y a que deux (02) GEP qui fonctionnent et les deux (02) autres sont en secours. Les équipements apparents dans ce local sont les suivants :

**Tableau II.10 :** Caractéristiques des Equipements Hydromécaniques (station pompage complexe)

N°	Désignation	Matériau	Diamètre Nominal (mm)	Pression Nominale (bar)	Observations
01	Collecteur	Acier	800		Aspiration
02	Vanne de sectionnement			10	Aspiration
03	Conduite	Acier	400		Aspiration
04	Collecteur	Acier	500		Refoulement
05	Conduite	Acier	300		Refoulement
06	Vanne de sectionnement	Acier	250	10	Refoulement
07	Clapet anti-retour		250		Refoulement
08	Conduite+ manomètre	Acier	125		Refoulement

Nous avons constaté aussi, que les GEP étaient anciennes. Il y a des fuites soit au niveau des tresses, soit au niveau des carcasses des pompes. En plus de cela, il y a un très grand dépôt de calcaire au niveau des corps des pompes et une oxydation des boulons de fixation.



**Figure II.29 :** fuite au niveau de la carcasse



**Figure II.30 :** fuite et dépôt de calcaire au niveau des tresses

### II.3.2.2.4 Recommandations :

#### II.3.2.2.4.1 Partie électricité :

Afin d'avoir une intervention et une circulation sécurisée des agents de maintenance, il y a lieu de refaire l'éclairage de la station de pompage.

#### II.3.2.2.4.2 Partie électromécanique :

Au niveau des armoires (puissances 110 et 160 kW), il faut reprendre les protections contre les contacts directs (gaine thermdurcissable au niveau des cosses), et éliminer complètement les câbles inutilisés.



*Figure II.31 : les câbles d'alimentation*

Il faut revoir la fixation par presses étoupes des câbles au niveau des moteurs.

Pour les câbles d'alimentation, il y a lieu, dans un premier temps de nettoyer et d'assécher les caniveaux. Ensuite **poser des chemins de câbles en pvc** (adéquat pour les milieux agressifs ou aqueux) à une certaine profondeur dans le caniveau (afin d'éviter le contact avec d'éventuelles futures inondations de ces caniveaux). Et mettre les **câbles d'alimentation dans ces chemins de câbles**, qui seront par la suite recouverts soit par des dalles en béton, soit par un caillebotis et le tout suivant les règles de l'art.



*Figure II.32 : les câbles posés dans caniveau inondé.*

Le câble d'alimentation des GEP 160 KW chauffe. Afin d'y remédier, il faut revoir la section des câbles.

#### II.3.2.2.4.3 Partie hydromécanique :

Il y a lieu de nettoyer les différents équipements hydromécaniques (oxydation et dépôt de calcaire) et de les repeindre afin d'avoir une longévité maximale.

#### II.3.2.2.4.4 Divers :

Afin d'avoir une sécurité des travailleurs, il faut tout d'abord **mettre en place un garde-corps**, qui est primordial, le long des escaliers et aussi au niveau de la plate-forme.

### II.3.3. Fonctionnement du système de distribution

La compréhension et la maîtrise du fonctionnement réel du système d'alimentation en eau potable de la commune permettra de maîtriser ces caractéristiques ; à savoir la pression aux nœuds, sens de l'écoulement, débits dans les conduites et fonctionnement des ouvrages (réservoirs et station de pompage). Ce niveau de connaissances sur le réseau doit aussi permettre une meilleure gestion des contraintes et insuffisances du fonctionnement auxquelles l'exploitant doit faire face.

#### II.3.3.1. Fonctionnement des conduites d'adduction

La commune de Nezla est alimentée par eaux souterraines, qui sont prélevées dans la commune et dans ses environs dans différents systèmes aquifères (forages Albien, Miopliocène). Les caractéristiques de chaque forage sont sur le tableau II.11.

**Tableau II.11 : Caractéristiques des forages alimentant Nezla**

Nom Des Forages	Elévation	Fonctionnement	Type	Localisation	Q d'exploitation (l/s)	Année de mise service
Ain Sahra N°1	82	Oui	Albien	Nazla	142	/
Ain Sahra N°2	71	Oui	Albien	Nazla	130	/
Sidi Mehdi N°3	87	Oui	Albien	Sidi Mehdi	110	/
Sidi Mehdi N°1	92	Oui	Albien	Sidi Mehdi	40	/
Sidi Mehdi N°2	86	Oui	Albien	Sidi Mehdi	150	/
Complexe N°2	75	Oui	Miopliocen	Touggourt	24	2014
Complexe N°1	75	Non	Miopliocen	Touggourt	0	/
Refroidisseur Ain Sahra	79	Non	Miopliocen	Nazla	105	/
Ain Sahra Château	78,5	Non	Miopliocen	Nazla	0	/

La production d'eau des différents forages est transportée par 6 conduites d'adduction

**Tableau II.12 : Caractéristiques des conduites d'Adduction Nezla**

N°	Nom des Adductions	L (ml)	D (mm)	Matériau	Type
01	SIDI MEHDI N°3+ONID Vers Bâches de Complexe	12450	500	AMC	Gravitaire
02	SIDI MEHDI N°2 Vers Les Bâche de Complexe	8014	400	FONTE	Gravitaire
03	AIN SAHRA N°2 Vers La Station SDM et Complexe	1223	400	FONTE	Gravitaire
04	AIN SAHRA N°1 Vers Les Bâche de Complexe	2547	500	AMC	Gravitaire
05	2x500DN SDM Vers Les Bâches de Complexe	5070	500	PRV	Refolement

Tous les réservoirs hors service sur la commune, la production est injectée directement dans le réseau de distribution.

Actuellement, le fonctionnement des conduites d'adduction est intégralement manuel, sans mesures de niveau, de pression ou de débit.

Le seul moyen de contrôle du fonctionnement du système est l'observation des niveaux au niveau des réservoirs, le manque d'eau ou de pression est indiqué par les agents et les clients de l'unité l'ADE.

Il y a une nouvelle adduction en PRV Ø400 réalisé en 2015 et la mise en service a débuté la fin du mois décembre 2016 qui transporte de l'eau à partir du forage Sidi Mehdi N°2 vers la station de déminéralisation.

Le deuxième système, les forages Albien de Ain Sahara 1 et 2 et Sidi Mehdi transfèrent directement l'eau dans le réservoir d'eau brute au niveau de la station SDM et après déminéralisation, l'eau est stockée dans le réservoir d'eau traitée, qui sera ensuite refoulée par 2 pompes dans 2 conduites en PRV 2x500 vers les deux bâches du complexe Khmisti.

### II.3.3.1.1 Adduction Sidi Mehdi N°2 vers station SDM Draa El Baroud

C'est une nouvelle conduite d'adduction d'une longueur de 9120 ml en PRV DN400 qui sera opérationnelle ultérieurement, destinée à transporter gravitairement la production du forage Albien Sidi Mehdi N°2 vers la station de déminéralisation Draa El Baroud. Par contre, une fois cette conduite rentre en fonction, celle de l'adduction menant du forage Sidi Mehdi N°2 vers le complexe hydraulique ne sera plus opérationnelle.

**Tableau II.13 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°2 vers station SDM**

Adduction	Diamètre et matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
Sidi Mehdi N°2 vers SDM	PRV Ø400	9122	2015

### II.3.3.1.2 Adduction Sidi Mehdi N°2 vers Complexe hydraulique

C'est une conduite de 8116 ml en Fonte DN400, destinée à transporter gravitairement un débit d'exploitation de 150 l/s du forage Albien Sidi Mehdi N°2 vers la bache du complexe hydraulique.

**Tableau II.14 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°2 vers complexe hydraulique**

Adduction	Diamètres et Matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
Sidi Mehdi N°2 vers Complexe	Fonte Ø400	8116	2002

### II.3.3.1.3 Adduction Sidi Mehdi N°3+ONID Vers Les Bâches de Complexe

La production des 2 forages du champ captant Sidi Mehdi N°3 et Sidi Mehdi ONID est acheminée vers les deux Bâches 2x3000 m<sup>3</sup> de complexe hydraulique par une conduite en matériau composite Fonte et Amiante ciment DN 500, totalisant un linéaire de 12450 ml pour un débit total d'environ 150 l/s. Par ailleurs, il y a un raccordement entre les deux adductions.

Également ce champ captant peut alimenter directement la station SDM selon son fonctionnement soit qu'il soit partiel avec des plages horaires déterminées par l'exploitant ou bien à temps plein quand cette station est en plein régime et cela par un jeu de vannes en by passant les bâches du complexe hydraulique.

**Tableau II.15 : les caractéristiques d'adduction Sidi Mehdi N°3+ONID vers complexe hydraulique**

Adduction	Diamètres et Matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
Forage ONID vers Complexe	FONTE Ø400	985	2008-2002
Forage Sidi Mehdi N°3 vers Complexe	AMC Ø500	8778	1980-1995

### II.3.3.1.4 Adduction Ain Sahra N°2 Vers La Station SDM et Complexe.

Le forage Ain Sahra N°2 situé Sud-ouest de la commune de Nezla, alimente gravitairement avec un jeu de vannage, soit la station SDM par une conduite en fonte DN 400 avec un débit de 130 l/s, soit les bâches 2x3000 m<sup>3</sup> du complexe hydraulique Khmisti par une conduite en Fonte DN 400 raccordée sur la conduite en AMC DN 500 venant du forage Ain Sahra N° 1.

**Tableau II.16 : les caractéristiques d'adduction Ain Sahra N°2 vers SDM et Complexe Khmisti**

Adduction	Diamètres et Matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
Forage AIN SAHRA N°2 (Albien) vers station SDM	FONTE Ø400	1230	2002-2008

### II.3.3.1.5 Adduction Ain Sahra N°1 vers la station SDM et Complexe.

Le forage Ain Sahra N°1 situé au niveau de la station de déminéralisation, alimente soit le complexe par une conduite en AMC DN500 avec un débit de 142 l/s, soit la bache d'eau brute de la station SDM.

**Tableau II.17 : les caractéristiques d'adduction Ain Sahra N°1 vers SDM et Complexe Khmisti**

Adduction	Diamètres et Matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
Forage AIN SAHRA N°1 (Albien) Vers complexe	AMC Ø500	2547	1980-1995

Ce forage là il peut aussi alimenter les quartiers de Draa el baroud et Hai Ain Sahra avec une manipulation des vannes qui existe sur le forage.

### II.3.3.1.6 Adduction SDM vers Complexe Khmisti.

Au niveau de la station de déminéralisation après traitement en osmose inverse, il y'a une station de pompage qui refoule l'eau traitée avec 4 pompes d'un débit 480 m<sup>3</sup>/h et une HMT 40 m chacune vers les deux bâches de complexe par deux conduites en PRV DN 500 de longueur 5070 ml chacune.

Après le stockage dans les deux bâches, il y a une opération de manipulation des vannes sur le site de complexe pour le trancher vers les autres ouvrages (Château Zaouia, Château Bel Air, Château Centre ADE dans la ville de Touggourt), et une distribution vers des quartiers.

**Tableau II.18 : les caractéristiques d'adduction SDM vers Complexe Khmisti**

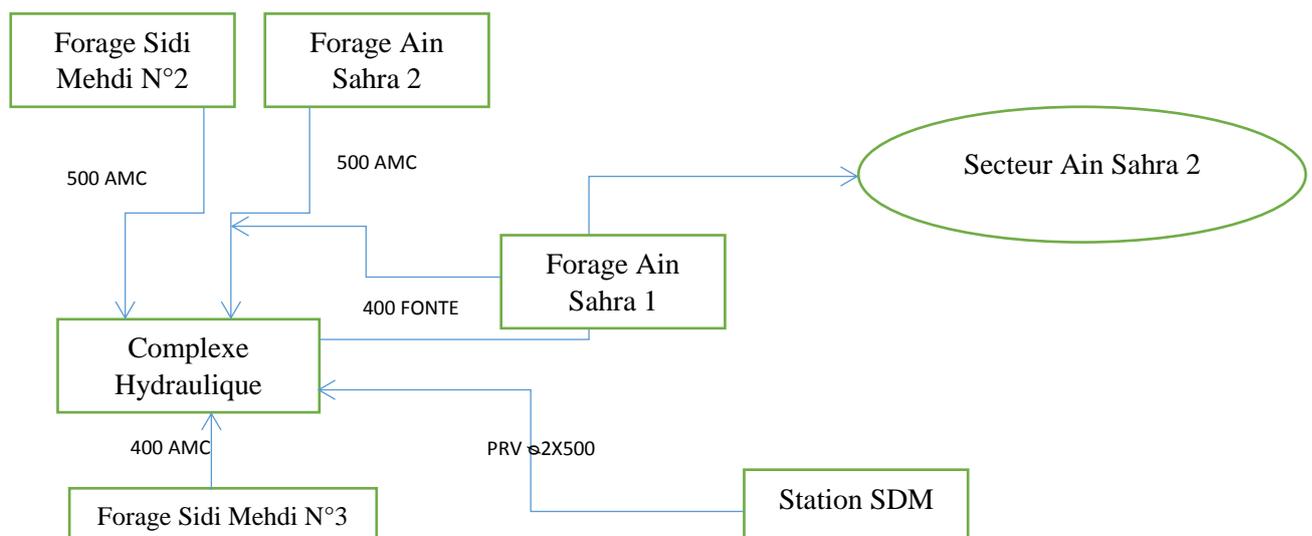
Adduction	Diamètres et Matériaux des conduites	Longueur (m)	Année de pose
SDM vers Complexe	PRV 2XØ500	5070	2013

### II.3.3.2 Fonctionnement général du réseau

Le réseau de distribution de la commune de Nezla présente une structure mixte complexe et d'une grande hétérogénéité du point de vue des matériaux des conduites et de type d'alimentation (gravitaire à partir des réservoirs et injection directe à partir des forages), ce qui rend la gestion de ce réseau d'une grande complexité.

#### II.3.3.2.1 Secteur Ain sahra 2

Le réseau de distribution de ce secteur comporte les quartiers Nezla centre, Ain sahra 2, cités Nassr 1 et 2, cité Ennakhil, cité Elaargoub, cité Assou, cité Boumerdes et Touggourt Centre. Tout ce réseau est alimenté à partir des bâches 2x3000 m<sup>3</sup> du complexe hydraulique Khmisti soit gravitairement, soit par refoulement pour des quartiers où la pression devient insuffisante.



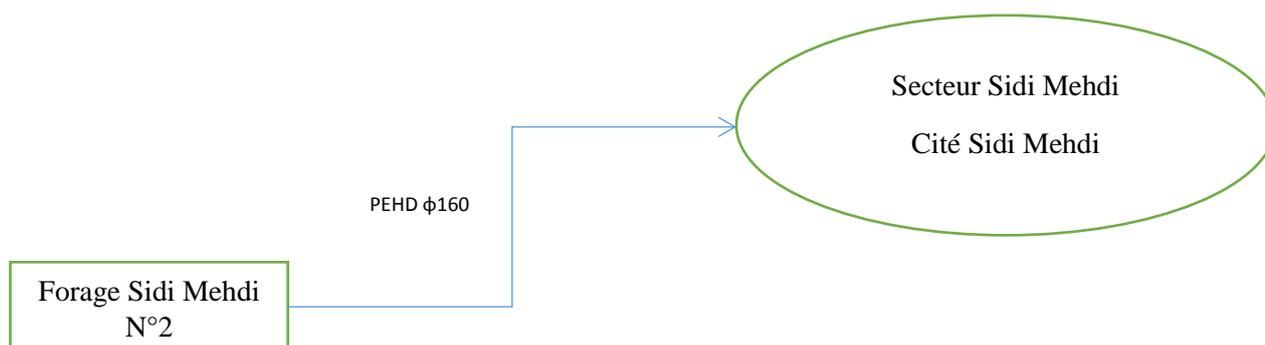
**Tableau II.19** : les caractéristiques d'adduction secteur Ain Sahra 2

Diamètre et Matériel	Longueur (ml)						
<b>AMC</b>	<b>11 487</b>	<b>PEHD</b>	<b>35 302</b>	<b>PVC</b>	<b>77 902</b>	<b>ACIER</b>	<b>248</b>
500	1 225	500	512	400		500	53
400	3 234	400	2 908	315		400	180
300	454	250	140	250		250	4
200	6 034	200	2 833	200	2884	125	9
150	495	160	3 273	160	6359	80	2
100	45	110	10295	110	14124		
		90	7 434	90	20 633		
		63	7907	63	33452		
		40		40	450		

### II.3.3.2.2. Secteur Sidi Mehdi

Le réseau de distribution Sidi Mehdi est alimenté par injection directe à partir du forage Albien Sidi Mehdi N°2 sur une conduite PEHD DN 160 en by passant le château d'eau qui est hors service.

*Alimentation par injection direct du forage Sidi Mehdi N°2 sur le réseau*

**Tableau II.20** : les caractéristiques d'adduction secteur Sidi Mehdi

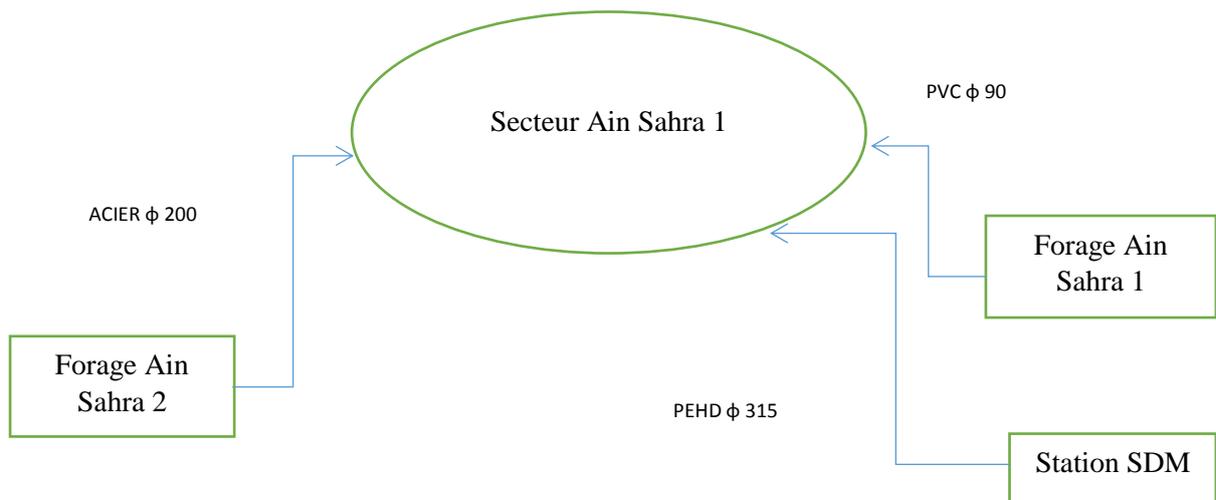
Diamètre et Matériel	Longueur (ml)	Diamètre et Matériel	Longueur (ml)	Diamètre et Matériel	Longueur (ml)
<b>AMC</b>	<b>15</b>	<b>PEHD</b>	<b>2 577</b>	<b>PVC</b>	<b>3 918</b>
150	15	160	6		
		110	180	110	1386
		90	201	90	2 532
		63	2190		

### II.3.3.2.3 Secteur Ain Sahra 1

Le réseau de distribution de ce secteur est constitué des quartiers à savoir : Ain sahra 1, Draa El Baroud, Kariet El Fellahine et Cité Dar El Khalia.

Ce réseau est alimenté soit par injection directe à partir du forage albien Ain sahra 1, ou celui de Ain Sahra 2 ou bien les deux avec un renforcement de temps à autre du forage de secours Ain Sahra puisque ces deux forages alimenteront d'autres secteurs. Par contre dans le cas où la station de déminéralisation SDM rentre en fonction, elle va être alimentée par les forages Ain Sahra 1 et Ain Sahra 2, qui à son tour alimentera le réseau.

**Alimentation par injection directe sur le réseau (Forages Albiens-SDM)**



**Tableau II.21 : les caractéristiques d'adduction secteur Ain Sahara 1**

Diamètre et Matériel	Longueur (ml)						
<b>AMC</b>	<b>87</b>	<b>PEHD</b>	<b>13 868</b>	<b>PVC</b>	<b>46 667</b>	<b>ACIER</b>	<b>160</b>
400	30	400	30	400	62	500	32
300	57	315	800	315	10	400	32
		250	804	250		200	32
		200	770	200	770	150	32
		160	1 182	160	1860	100	32
		110	2836	110	9985		
		90	2 115	90	10 340		
		63	5206	63	22930		
		40	125	40	710		

## II.4 Diagnostic Technique :

### II.4.1 Le complexe hydraulique Hai Khmisti

#### II.4.1.1. Descriptif et situation des ouvrages

Le complexe hydraulique Hai Khmisti est situé au centre de la ville de Touggourt sur une superficie de 1.80 ha à une altitude moyenne de l'assiette de 76m NGA. Ce complexe comprend les ouvrages suivants :

- Un réservoir circulaire surélevé d'une capacité de 1500 m<sup>3</sup>, 40m de hauteur et de 17 m de diamètre ;
- Deux réservoirs circulaires semi enterrés de 26m de diamètre, capacité de 3000m<sup>3</sup> chacun et d'une hauteur de 7.50m ;
- Une station de pompage ;
- Des bureaux et magasins et un poste de garde.

Les ouvrages en question sont des réservoirs en béton armé réalisés sur place. Les deux réservoirs sont opérationnels, le surélevé est en hors service.

Ces ouvrages ont été réalisés dans les années 1980 par Sonaghter et mis en service en 1989.



Figure II.33 : Plan d'implantation des ouvrages du complexe Khmisti

(google earth)  
24/02/2019

1	Deux réservoirs de 3000 m <sup>3</sup> chacun
2	Réservoir surélevé hors services de 1500 m <sup>3</sup>
3	Station de pompage avec magasin
4	Chambre de vanne
5	Bureau, abri de groupe générateur, magasin
6	Abri de stockage d'eau javel
7	Logardien

**II.4.1.2 Les Ouvrages**

**II.4.1.2.1. Réservoirs 2x3000 m<sup>3</sup> et chambres de vannes**

*Tableau II.22 : Caractéristique des bâches d'eau Khmesti*

<b>Fiche réservoir : 2X3000</b>			
<i>Code :</i>	<i>Bâche</i>	<i>Date de mise en service :</i>	1989
<i>Type</i>	<i>Semi-enterrée</i>	<i>Date de visite :</i>	28/01/2019
<i>Capacité :</i>	2x3000 m <sup>3</sup>	<i>Coordonnées implantation centre UTM</i>	
<i>Diamètre :</i>	26 m	<i>X :</i>	32s 225.594.00
<i>Z<sub>TN</sub></i>	143.00 m	<i>Y :</i>	3.665.926.00

Les deux réservoirs 2x3000 m<sup>3</sup> sont des réservoirs circulaires de 26 m de diamètre, avec une cuve en béton armé, coupole en dalle plane, avec des gaines d'aérations d'au nombre de quatre.

Vu les très fortes températures dans les réservoirs, qui créent une différence importante dans le gradient de température, des gaines d'aérations supplémentaires sont nécessaires pour plus d'aération et diminution de température qui influe sur la structure et dalle en béton armé.

**A) Infrastructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Fondations	Les fondations du réservoir est un radier général circulaire, de 26 m de diamètre approximativement, l'état général du radier semble en bon état et ne nécessite aucune intervention (vue aucune fuite superficielle ni glissement de terrain, et les réservoirs opérationnel et pleins.			
Sol	Le sol ne présente aucun tassement ou glissement ou autres anomalies ou tour de l'ouvrage			

**B) Superstructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Voiles	Aucune fuite importante visuelle sur les parties extérieures de la cuve.			
<b>Couverture de la cuve</b>				
Dalle pleine	Augmentation de la température lors du remplissage. Présence de fissure au niveau de la dalle.			
<b>Chambre des vannes</b>				
Fondations	Non accessible			

Voiles et Poteaux (Eléments porteur et de contreventement)	Structure mixte entre voiles et poteaux pour la reprise des poussées des terres/eaux et les charges verticales. Présence de dégradation au niveau des chambres en contacts avec le sol suite aux fuites des eaux à partir des conduites, et trop plein.			
Dalle pleine	Absence d'étanchéité			

### C) *Constataion* :

Après une visite visuelle sur le site, on remarque ce qui suit :

- Dégradation de l'échelle de descente aux deux bâches dues à l'agressivité de l'eau.
- Dégradation des cheminées d'aérations, sans couverture.
- Température élevée des eaux.
- Fissuration au niveau de la corniche supérieure et acrotères des réservoirs.
- Absence du trottoir périphérique.
- Fissuration superficielle (sur enduit de ciment), parois extérieures.
- Les deux bâches remplies et en exploitation, impossible de diagnostiquer à l'intérieur.
- Dégradation des conduites en général.
- Echelle métallique non stable et risque de chute.
- Présence d'un niveau d'eau de 70 cm (04 marches d'escalier) au niveau de la bêche de vanne,
- Dégradation du regard de vanne avec colmatage des pièces.
- Dégradation des escaliers de la 1ere chambre de vanne.
- Dégradation de la partie infrastructure (voile fissuré par poussée de terre et fuite présente) de la 1ere chambre de vannes.
- Absence d'étanchéité sur la dalle de couverture.
- Absence d'un garde de corps de protection pour la 2ème chambre de vanne.
- Présence d'humidité sur les murs et façade.
- Dégradation des parois côté conduite suite à la fuite présente en permanent, by-pass à ciel ouvert.
- Absence de fuite apparente sur les parois extérieures.



**Figure II.34:** Vue des réservoirs 2x3000 m<sup>3</sup> [Source : ADE Touggourt]



**Figure II.35 :** Portail métallique de la 1ère chambre de vanne enlevée



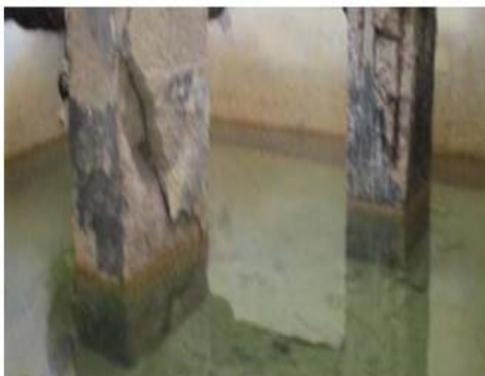
**Figure II.36 :** Présence d'humidité sur la face intérieure des parois de la 1ère chambre



**Figure II.37:** Dégradation de la paroi



**Figure II.38:** Dégradation des parois coté extérieur dû au réservoir



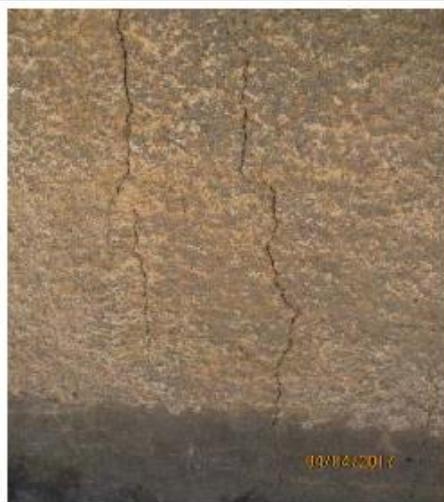
**Figure II.39:** Présence d'eau à plus de 50cm/ radier



**Figure II.40 :** Dégradation du socle avec présence d'eau



**Figure II.41 :** Etat dégradé des escaliers d'accès à la porte



**Figure II.42:** Fissure sur parois extérieur (2.5-3 cm)



**Figure II.43:** Absence de couverture, et échelle



**Figure II.44:** Fissuration sur dalle de couverture

#### II.4.1.2.2. Réservoirs surélevé 1500 m<sup>3</sup>

**Tableau II.23 :** Caractéristique du château de complexe

Fiche réservoir :1500 m <sup>3</sup>			
<b>Code :</b>	Château	<b>Date de mise en service</b>	<b>1989</b>
<b>Type :</b>	Surélevé	<b>Date de visite :</b>	<b>04/04/2019</b>
<b>Capacité :</b>	1500 m <sup>3</sup>	<b>Coordonnées implantation centre UTM</b>	
<b>Diamètre :</b>	17 m	<b>X :</b>	32 S 255.594.00
<b>Z<sub>TN</sub> :</b>	143.00 m	<b>Y :</b>	3.665.926.00

Le réservoir 1500 m<sup>3</sup> Hai Khmesti est un réservoir surélevé de 17 m de diamètre et 39 m de hauteur, avec une cuve circulaire en béton armé, coupole en dalle plane, avec un accès à la toiture, Le réservoir est hors service.

**A) Infrastructure :**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
	Les fondations du réservoir est un radier général circulaire, l'état général du radier semble en bon état et ne nécessite aucune intervention (aucun glissement de terrain).			
Sol	Le sol ne présente aucun tassement ou glissement ou autre anomalie autour de l'ouvrage.			

**B) Superstructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Voiles	Le réservoir est hors service. Aucune fuite importante visuelle constatée sur les parties extérieures ou intérieures de la cuve.			
<b>Couverture de la cuve</b>				
Dalle pleine	Présence de fissure au niveau de la dalle. Absence d'étanchéité sur la toiture.			
Voiles et Poteaux (Eléments porteur et de contreventement)	Elément porteur constitué d'un voile circulaire en béton armé support la cuve avec des fissures apparentes sans danger.			
Dalle pleine	Absence d'étanchéité			

**C) Constatation :**

Après une visite visuelle sur le site, on remarque ce qui suit :

- Trace d'humidité sur la paroi extérieure de la cuve.
- Présence de fissure au niveau du voile porteur sous cuve.
- Dégradation de l'enrobage partie extérieure.
- Dégradation d'échelle d'accès à la cuve.
- Absence d'éclairage extérieur et intérieur.
- Fissuration au niveau du béton de pente et absence d'étanchéité.
- Dégradation d'étanchéité à l'intérieur de la cuve.
- Absence de la porte métallique pour l'accès à la toiture.
- Présence d'un relai téléphonique.
- Circuit d'éclairage défectueux.
- Dégradation des socles sous conduites.
- Trottoir périphérique dégradé.



**Figure II.45:** Vue du réservoir surélevé.



**Figure II.46:** Fissuration sur la dalle de couverture, avec absence d'étanchéité.



**Figure II.47 :** Réserve pour conduite prévu non conforme



**Figure II.48:** Dégradation de l'enrobage et acier corrodé apparente sur paroi extérieure



**Figure II.49 :** Dégradation de l'enrobage avec apparition



Figure II.50: Dégradation de l'enduit au ciment

#### II.4.1.2.3. Station de pompage et magasin / atelier :

Tableau II.24 : Caractéristique de la station de pompage

Fiche de station			
<b>Code :</b>	Station pompage	<b>Date de mise en service</b>	<b>1989</b>
<b>Type :</b>	Bâtiment	<b>Date de visite :</b>	<b>04/04/2019</b>
<b>Capacité :</b>	/	<b>Coordonnées implantation centre UTM</b>	
<b>Diamètre :</b>	/	<b>X :</b>	32 S 255.594.00
<b>Z<sub>TN</sub> :</b>	143.00 m	<b>Y :</b>	3.665.926.00

La station de pompage est divisée en deux compartiments : un pour la station de pompage en bâtiment RDC (système poteau poutre, dalle pleine en béton armé, mur en maçonnerie), avec un niveau bas en voile qui accueille les pompes, accès avec escalier, l'autre pour les deux chambres utilisées comme magasin plus atelier de travail. Système classique poteaux poutre avec dalle pleine en béton armé ; et mur en maçonnerie dans un état dégradé.

#### A) Infrastructure

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Fondations	Fondation inaccessible.			
Sol	Le sol ne présente aucun tassement ou glissement ou autre anomalie autour de l'ouvrage. Travaux en cours.			

**B) Superstructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
Voiles	Présence d'humidité sur les façades des voiles.			
Dalle pleine	Présence de fissure au niveau de la dalle. Absence d'étanchéité sur la toiture.	■		
Voiles et Poteaux (Eléments porteur et de contreventement)	Aucune fissure visuelle importante.			
Mur en maçonnerie	Etat dégradé.			

**C)- Constatation :**

Après une visite visuelle sur le site, on remarque ce qui suit :

- Présence d'une forte température près des moteurs de pompes, absence d'aération suffisante.
- Garde de corps d'escalier dégradé et risque de chute. Dégradation des marches d'escaliers
- Protection de la câblerie des pompes est indispensable pour la sécurité du personnel.
- Socle sous conduite dans un état dégradé.
- Absence de grille de protection pour la bêche présente.
- Portail non fixe.
- Travaux de plateforme non conforme.
- Fissuration importante au niveau du mur mitoyen à la station (magasin).
- Problème de fuite des eaux pluviales au niveau du joint de séparation.



**Figure II.51:** Présence des extincteurs.



**Figure II.52:** Dégradation des escaliers et détachement du garde-corps.



**Figure II.53:** Absence de grille de protection



**Figure II.54 :** Dégradation de regard de conduite



**Figure II.55 :** Dégradation de mur en maçonnerie

#### II.4.1.2.4. Bureau, Atelier 2 et magasin 2 :

La construction est un bâtiment en RDC, de système classique poteaux poutres avec dalles pleine en béton armé.

Absence des normes de sécurité concernant la partie électrique, et présence d'un risque permanent (détail rapport électrique). Présence d'humidité sur les murs, qui détache la couche de peinture,

Le désordre règne au niveau des différents parties avec présence de déchet au niveau des locales.

#### II.4.1.2.5. Aménagement du site :

On constate :

- Absence totale d'un aménagement du périmètre du site,
- Absence de voiries d'accès,
- Absence de la verdure,
- Absence d'une clôture sécurisée avec éclairage.
- Poste de garde dans un état dégradé.
- Abri de stockage de chlore qui présente un risque (non conforme).
- Démolition des locaux en ruine existant.
- Finaliser les travaux en cours en remblaient les parties ouvertes.



*Figure II.56: Vue sur les magasins*



*Figure II.57: les fissurations des magasins*



*Figure II.58: Abri de stockage d'hypochlorite*



*Figure II.59: Clôture*

#### **II.4.2. Station de déminéralisation :**

La nouvelle station de déminéralisation de la ville de Touggourt est située au centre de la ville et occupe une superficie de plus de 4 ha à une altitude moyenne de l'assiette de **81m** NGA.

Les ouvrages de la nouvelle station de déminéralisation sont en cours de réception. Présence de deux forages, un avec abri et autre sans abri avec une plateforme en béton armé.

Les ouvrages de stockage diagnostiqués sont des réservoirs en béton armé réalisés sur place. Les deux réservoirs sont opérationnels, le surélevé est hors service.



Figure II.60 : Plan d'implantation des ouvrages de la station déminéralisation

(google earth)  
24/02/2019

F1	Forage avec plate forme en béton armé.
F2	Forage avec un abri.
R1	Ancien refroidisseur Hors Service.
	<i>Autres ouvrages en cours de réception.</i>
32S 224 186.24	
E 3 663 735.53	

Les différents ouvrages de génie civil de la nouvelle station de déminéralisation de la ville de Touggourt sont en cours de réception.

Le réservoir refroidisseur est hors service; si le client souhaite sa remise en service il y a lieu de passer par un contrôle profond des différents éléments structuraux.

La plateforme du forage N°01, présente des anomalies comme l'absence des joints, absence de drainage périphérique (fissuration le long de la plateforme).

Le forage N°02 avec un abri de protection en chambre avec éléments structuraux (poteaux, poutre, dalle pleine) et murs en maçonnerie avec porte métallique.

### Constatation :

Après une visite visuelle sur le site, on remarque ce qui suit :

- Les différents ouvrages de génie civil sont nouveaux (en cours de réception) pour la nouvelle station de déminéralisation.
- Présence de gravas des bâtiments démolis utilisé par l'entreprise de réalisation.
- Stockage des bidons des produits utilisés pour la déminéralisation, dans un abri non sécurisé et non conforme (abri utilisé avant par l'entreprise lors des travaux).
- Présence d'un Magasin en maçonnerie avec toiture en tôle métallique (abri utilisé avant par l'entreprise lors des travaux).
- Plateforme en béton armé autour du forage F1, avec des fissures, absences des joints et drainages périphériques.
- Abri de forage : bon état, fissure apparente sur murs en maçonnerie.
- Présence de deux bâches à l'abandon.
- Guérite avec projecteur non opérationnel.
- Présence de fuite de vanne à proximité du poste transformateur.



**Figure II.61:** Présence des ruines



**Figure II.62:** Forage sur plateforme en béton armé



**Figure II.63:** Fissuration au niveau de la plateforme



**Figure II.64:** Toiture de l'abri en tôle avec contre-plaqué



**Figure II.65:** Fissuration au niveau de la plateforme forage.



**Figure II.66:** Fondation de l'abri magasin

### II.4.3 Château d'eau Ain Sahra

Le château d'eau se situe au centre de la ville de Touggourt sur une superficie de plus de 1500 m<sup>2</sup>, à une altitude moyenne de l'assiette de 79m NGA et qui comporte :

- Un réservoir circulaire surélevé d'une capacité de 100 m<sup>3</sup>, de 08 m de diamètre.
- Un abri de forage
- Un poste de garde.



Figure II.67: Plan d'implantation des ouvrages

(google earth)  
24/02/2019

1	Château d'eau HS de 100 m <sup>3</sup>
2	Abri de forage.
3	Poste de garde

#### II.4.3.1. Château d'eau

Tableau II.25 : Caractéristique du château de Ain Sahra

Fiche château d'eau : Ain Sahra			
<b>Code :</b>	Château	<b>Date de mise en service</b>	<b>1987</b>
<b>Type :</b>	Surélevé	<b>Date de visite :</b>	<b>21/03/2019</b>
<b>Capacité :</b>	100 m <sup>3</sup>	<b>Coordonnées implantation centre UTM</b>	
<b>Diamètre :</b>	8 m	<b>X :</b>	32 S 224.253.00
<b>Z<sub>TN</sub> :</b>	79.00 m	<b>Y :</b>	3.664.049.00

L'ouvrage en question est un réservoir en béton armés réalisés sur place, non opérationnel « HS ».

La cuve du château d'eau est circulaire de 8m de diamètre et 20m de hauteur, en béton armé, coupole en dalle plane, avec une réservation d'aérations protégées par une dalle.

Le château d'eau est non opérationnel pour le moment, une expertise de béton est indispensable afin de détecter les différents problèmes au niveau du béton.

**A) Infrastructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Fondations	inaccessible			
Sol	Présence de déblai causé par de récents travaux. Aucun problème de tassement n'est constaté autour du périmètre.			

**B) Superstructure**

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Voiles	Présence de fissure apparente sur les voiles de support.			
<b>Couverture de la cuve</b>				
Dalle pleine	Présence de fissure au niveau du béton de pente au dessus de la dalle. Absence d'étanchéité au dessus de la dalle.			

**C) Constatation :**

Après une visite visuelle sur le site, on remarque ce qui suit :

- Problème d'étanchéité dans la cuve.
- Accès impossible à l'intérieur de la cuve, avec un risque de chute présent à cause de l'échelle métallique.
- Présence d'humidité apparente sur les parois extérieures de la cuve avec décollement d'enduit.
- Porte d'accès à la toiture démontée.
- Absence d'étanchéité sur la dalle de couverture du château d'eau.
- Fissuration du béton de pente.
- Armature corrodée et apparente sous la dalle de la cheminée.
- Fissuration au niveau du béton armé, du voile de la cuve (enrobage).
- Fissuration et décollement des enduits.
- Armature corrodée et apparente après décollement de l'enrobage d'une partie du voile de support.
- Détachement de la câblerie d'électricité.
- Réserve de la conduite non conforme.
- Abri de forage : réserve des conduites males traités, décollement des enduits.
- Clôture non sécurisée construction non dure.



**Figure II.68 :** Vue du château d'eau



**Figure II.69 :** Dégradation de l'enrobage



**Figure II.70:** Déblai lors de travaux précédant



**Figure II.71:** Présence d'humidité apparente sur les parois extérieures de la cuve

### III.4.3.2 Forage Ain Sahra :

Le forage d'Ain Sahra est un forage albien. Avec une plateforme en béton armé. Vu la nature du site, la plateforme est envahie par les sables. L'ouvrage de rejet est dans un état dégradé.



**Figure II.72 :** Plan d'implantation de forage (google earth) 24/02/2019

Implantation du forage.  
Coordonnées :  
32S 223.199.30 N

**Constatation :**

- Plateforme envahie par la poussée des sables.
- Plateforme non sécurisée.
- Canal de rejet dégradé.



**Figure II.73:** Canal de rejet dégradé



**Figure II.74 :** Plateforme en béton



**Figure II.75:** Forage.

**II.4.4 Château d'eau Sidi Mehdi**

Le château d'eau se situe dans l'agglomération de Sidi Mahdi, commune de Nezla, au sud-est de la ville de Touggourt à environ 2 km de l'aéroport de Touggourt. Le site n'est pas clôturé, à une altitude moyenne de l'assiette de 89m NGA. Cet ouvrage est actuellement hors service.



**Figure II.76:** Plan d'implantation d'ouvrages (google earth) 24/02/2019

1	Château d'eau de 250 m3
---	-------------------------

**Tableau II.26 : Caractéristique du château d'eau Sidi Mehdi**

Fiche château d'eau : Sidi Mehdi			
<b>Code :</b>	Château	<b>Date de mise en service</b>	1980
<b>Type :</b>	Surélevé	<b>Date de visite :</b>	23/03/2019
<b>Capacité :</b>	250 m <sup>3</sup>	<b>Coordonnées implantation centre UTM</b>	
<b>Diamètre :</b>	9 m	<b>X :</b>	32 S 229.402.00
<b>Z<sub>TN</sub> :</b>	89.00 m	<b>Y :</b>	3.661.845.00

L'ouvrage en question est un réservoir en béton armé réalisés sur place. La cuve du château d'eau est circulaire de 9 m de diamètre et 22 m de hauteur, en béton armé, coupole en dalle plane.

Cet ouvrage a été réalisé en 1980 par l'entreprise Bouhafs et mis en exploitation en 1981. Le château d'eau est actuellement hors Service.

### A) Infrastructure

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Fondations	inaccessible			
Sol	Aucune signalisation d'un tassement dans le périphérique			

### B) Superstructure

Eléments	Descriptif (avantages/Inconvénients)	Etat		
		1	2	3
<b>Cuve</b>				
Voiles	Aucun problème visuel constaté.			
<b>Couverture de la cuve</b>				
Dalle pleine	Aucun problème visuel constaté. Présence de trace d'humidité sur les parois interne et externe.			



**Figure II.77 :** Escalier métallique d'accès



**Figure II.78:** Trace de fuite au niveau de reprise de bétonnage



*Figure II.79 : Vue du château*



*Figure II.80: Dégradation de la plateforme*

## II.5 Conclusion

Après un diagnostic détaillé sur le réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Nezla, on peut dire que le système nécessite plus d'entretien et des travaux de rénovations de peintures d'équipements électriques et mécaniques dans les forages et la station ainsi un contrôle et un suivi de ce dernier est nécessaires mais il est acceptable, rentable et fonctionne son problème, sauf pour le réseau existant. Tel que, l'état actuel de ce dernier nous a permis de conclure que le réseau n'est plus fonctionnel à cause de son sous dimensionnement et vieillissement qui rend impossible l'alimentation de la commune ce qui explique le manque d'eau très fréquent.

# *Chapitre III*

## *Evaluation des besoins en eau de l'agglomération*

## *Évaluation des besoins en eau de l'agglomération*

### III.1. Introduction

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Avant tout projet d'alimentation en eau, il est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs formant l'agglomération.

L'évaluation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée (dotation) selon plan national de l'eau (PNE) qui représente la quantité d'eau potable consommée par jour et par usager formant le type de consommateurs, et elle est déterminée en fonction des ressources en eau existantes d'une agglomération.

L'estimation des besoins en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, du niveau de vie de la population...) et elle diffère d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

### III.2. Evolution de la population

L'estimation de la population future, se fera sur la base de données des programmes projetés dans le cadre du plan d'aménagement.

La détermination des besoins en eau nécessite d'abord une estimation de la population pour l'horizon fixé ultérieurement qui est dans notre cas prévu pour 2049. La relation suivante nous sert de base pour cette estimation en prenant comme horizon de référence 2008.

D'ici, nous pouvons avoir une idée approchée sur la population future par application de la méthode dite à taux de croissance géométrique qui stipule que la croissance est directement proportionnelle à la population actuelle soit :

$$P_n = P_0 (1+\tau)^n \quad \text{(III-1)}$$

Avec :

$P_n$  : population future prise à l'horizon quelconque (habitants).(2049)

$P_0$  : population de l'année de référence (habitants).(2008)

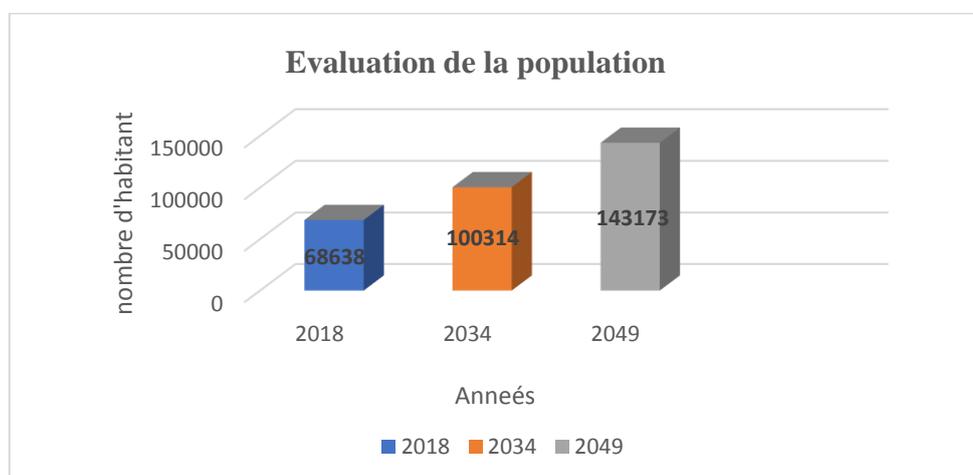
$\tau$  : taux d'accroissement annuel de la population (2,4%) (Source : APC Nezla)

$n$  : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Les résultats de calcul sont illustrés dans le Tableau III.1 et la figure III.1.:

**Tableau III.1** : Evolution de la population pour différents horizons.

Zone d'étude	Nombre d'habitants en 2018	Nombre d'habitants en 2034	Nombre d'habitants en 2049
Commune de NEZLA	68638	100314	143173



**Figure III.1** : Evolution de la population de la commune à différents horizons

### III.3. Estimation des besoins

Les quantités d'eau de consommation sont évaluées sur la base des consommations d'eau globales de l'agglomération observées au jour de la forte consommation, rapportée par l'unité d'habitants. Cette évaluation des besoins en eau nous exige de fixer une norme appelée la dotation. Celle-ci représente la quantité moyenne d'eau consommée, par jour et par usager formant le type de consommateur.

Elle est déterminée en fonction des ressources en eau existantes et le niveau de vie de l'agglomération. Vu le niveau sanitaire et les habitudes hygiéniques des habitants, nous estimons une dotation de 200 litres /jour /habitant en raison de forte demande en eau au futur selon plan national de l'eau (PNE).

### III.4. Catégories des besoins

Vu l'urbanisation, le niveau de vie et le confort que tend à connaître la commune de Nezla avec des extensions en futur, il est nécessaire de se pencher sur différentes catégories de besoins formant l'agglomération telles que :

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

#### III.4.1. Estimation des besoins en eau domestiques

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

$$Q_{\text{moy, j}} = \frac{N_i \times D_i}{1000} (\text{m}^3 / \text{j}) \quad (\text{III-2})$$

avec :  $Q_{\text{moy, j}}$  : consommation moyenne journalière en  $\text{m}^3/\text{j}$

$D_i$  : dotation journalière en  $\text{l}/\text{j}/\text{hab}$ .

$N_i$  : nombre de consommateurs.

**Tableau III.2 : Les besoins en eau domestiques.**

Horizon	Population	Dotation (l/j/hab)	Q moy, j ( $\text{m}^3/\text{j}$ )
2018	68638	200	13727,6
2034	100314	200	20062,8
2049	143173	200	28634,6

#### III.4.2. Les besoins des équipements :

La détermination des divers équipements et leurs besoins se base essentiellement sur les différents POS du chef-lieu de la commune ainsi que les différents plans d'aménagement réalisés récemment ou en cour de réalisation. Sachant que ces données et les dotations proviennent de la ville de Nezla 2018. (APC Nezla)

##### III.4.2.1. Besoins administratifs :

Les besoins administratifs concernant les différents établissements, leurs dotations et leurs débits sont groupés dans le tableau III.3 :

**Tableau III.3 : Les besoins en eau administratifs.**

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy.</sub> (m <sup>3</sup> /j)
APC	1+ 2 Annex	Employé	100	15	1,50
PTT	1	Employé	32	15	0,48
Gendarmerie	1	Agent	50	15	0,75
Commissariat	1	Agent	55	15	0,83
Subdivision	4	Employé	20	15	0,3
					Total = 3,86

**III.4.2.2. Besoins socioculturels :**

Les différents besoins des localités socioculturelles concernant notre agglomération sont représentés dans le tableau III.4 :

**Tableau III.4 : Les besoins en eau socioculturels.**

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy. j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Mosquée	12	Fidèle	2100	5	10,5
Centre culturel	2	Employé	120	15	1,8
IFC	1	Étudiant	250	10	2,5
					Total = 14,8

**III.4.2.3. Besoins en eau sanitaires :**

Les différents besoins en eau des localités sanitaires sont réunis dans le tableau III.5 :

**Tableau III.5 : Les besoins en eau sanitaires.**

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy. j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Centre de sante	3	Patient	300	15	4,5
Polyclinique	2	Patient	720	15	10,8
Les cliniques privé	12	Patient	480	15	7,2
					Total = 22,5

**III.4.2.4. Besoins en eau scolaires :**

Les besoins des différents équipements scolaires réunis sur la zone d'étude sont regroupés dans le tableau III.6 :

**Tableau III.6 : Les besoins en eau scolaires.**

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy. j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Lycée	03	Élève	2549	10	25,49
CEM	09	Élève	4918	10	49,18
Ecole primaire	23	Élève	7935	10	79,35
Crèche	1+ 20 privés	Enfant	1600	15	24
					Total = 178,02

**III.4.2.5. Besoins en eau commerciaux :**

Les besoins en eau commerciaux des différentes localités de notre agglomération sont représentés dans le tableau III.7 :

**Tableau III.7 : Les besoins en eau commerciaux**

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Nombre d'unités	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy. j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Locaux commerciaux	23 + 98 privés	m <sup>2</sup>	8000	5	40
Centre commerciale	2	m <sup>2</sup>	6500	5	32,5
					Total = 72,5

### III.4.3. Récapitulation des besoins en eau de la commune de Nezla :

Les besoins totaux de la commune de Nezla des différentes catégories de besoins sont groupés dans le tableau III.8

**Tableau III.8 : Récapitulation de la consommation totale de la commune de Nezla.**

Besoins Années	Besoins domestiques (m <sup>3</sup> /j)	Besoins administratifs (m <sup>3</sup> /j)	Besoins sanitaires (m <sup>3</sup> /j)	Besoins socioculturels (m <sup>3</sup> /j)	Besoins scolaires (m <sup>3</sup> /j)	Besoins commerciaux (m <sup>3</sup> /j)	Total (m <sup>3</sup> /j)
2018	13727,6	3,86	22,5	14,8	178,02	72,5	14019,28
2034	20062,8	3,86	22,5	14,8	178,02	72,5	20354,48
2049	28634,6	3,86	22,5	14,8	178,02	72,5	28926,28

La consommation moyenne journalière des différentes localités de notre zone d'étude s'élèvera à l'horizon de 2049 à 28926,28 m<sup>3</sup>/j.

### III.5. Variation de la consommation journalière :

#### III.5.1. Variation des débits de consommation dans le temps :

Le débit demandé par les différentes catégories des consommateurs est soumis à plusieurs variabilités en raison de l'irrégularité de la consommation dans le temps :

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie de l'agglomération considérée.
- Variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la ville.
- Variations journalières qui dépendent du jour de la semaine où la consommation est plus importante : au début de la semaine ou en weekend.
- Variations horaires qui dépendent du régime de consommation de la population. Elles représentent les variations les plus importantes.

#### III.5.2. Evaluation de la consommation maximale journalière :

##### III.5.2.1. Coefficient d'irrégularité journalière maximum :

Le coefficient d'irrégularité journalière maximum noté  $K_{\max, j}$  représente le rapport entre la consommation journalière maximale et moyenne, varie entre 1,1 et 1,3, il nous indique de combien de fois la consommation maximale dépassera la consommation moyenne journalière. Nous pouvons écrire :

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

$Q_{\max, j}$  : Consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j).

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

Avec :  $K_{\max, j} = [1,1 - 1,3]$

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

##### III.5.2.2. Débit maximal journalier :

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année ou la consommation est maximale, est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction. Tel que :

$$Q_{\max, j} = K_{\max, j} \times Q_{\text{moy}, j} \quad (\text{III.4})$$

D'où :  $Q_{\max, j} = 1,3 \times Q_{\text{moy}, j}$ .

Les résultats de la consommation maximale journalière sont représentés dans le tableau III.6.

**Tableau III.9 : Evaluation des débits maximums journaliers.**

Horizons	$Q_{moy, j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{max, j}$	$Q_{max, j}$ (m <sup>3</sup> /j)
2018	14019,28	1,3	18225,06
2034	20354,48	1,3	26460,82
2049	28926,28	1,3	37604,16

**III.5.3. Evaluation de la consommation minimale journalière :****III.5.3.1. Coefficient d'irrégularité minimal :**

Il est défini comme étant le rapport de la consommation minimum par la consommation moyenne journalière noté  $K_{min, j}$ , il nous indique de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{min, j} = Q_{min, j} / Q_{moy, j} \quad (III.5)$$

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

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

Avec :  $K_{min, j} = [0,7 - 0,9]$

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

**III.5.3.2. Débit minimal journalier :**

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

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

D'où :  $Q_{min, j} = 0,8 \times Q_{moy, j}$ .

Les résultats de la consommation maximale journalière sont représentés dans le tableau III.10.

**Tableau III.10 : Evaluation des débits minimaux journaliers.**

Année	$Q_{moy, j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$K_{min, j}$	$Q_{min, j}$ (m <sup>3</sup> /j)
2018	14019,28	0,8	11215,42
2034	20354,48	0,8	16283,58
2049	28926,28	0,8	23141,02

**III.6. Variation des débits horaires :****III.6.1. Débit moyen horaire :**

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

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

Avec :

$Q_{moy, h}$  : débit moyen horaire en (m<sup>3</sup>/h).

$Q_{max, j}$  : débit maximum journalier en (m<sup>3</sup>/j).

**III.6.2. Débit maximal horaire :**

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

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

Avec :

$Q_{moy, h}$  : Débit moyen horaire en (m<sup>3</sup>/h).

$K_{max, h}$  : Coefficient d'irrégularité maximale horaire.

### III.6.2.1. Coefficient d'irrégularité maximale horaire :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée.

Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients :  $\alpha_{\max}$  et  $\beta_{\max}$ .

Tel que :

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

Avec :

$\alpha_{\max}$  : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime de travail, varie de 1,2 à 1,4 et dépend du niveau de développement local.

Pour notre cas, il a été adopté un coefficient :  $\alpha_{\max} = 1,3$ .

$\beta_{\max}$  : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau III.11 est donné sa variation en fonction du nombre d'habitants

**Tableau III.11** : variation de  $\beta_{\max}$  en fonction du nombre d'habitants.

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000	300000
$\beta_{\max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,13	1,15	1,1	1,03

Source : polycopie SALAH.B

### III.6.3. Débit minimal horaire :

Il est déterminé par la relation suivante :

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

Avec :

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

$K_{\min, h}$  : Coefficient d'irrégularité minimal horaire.

#### III.6.3.1. Coefficient d'irrégularité minimal horaire :

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

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

Avec :

$\alpha_{\min}$  : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail. Il varie de 0,4 à 0,6.

Pour notre cas on prend :  $\alpha_{\min} = 0,6$ .

$\beta_{\min}$  : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Le tableau III.12 est donné sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau III.12** : variation de  $\beta_{\min}$  en fonction du nombre d'habitants

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000	300000
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7	0,83

Source : polycopie SALAH.B

Les calculs sont représentés dans les tableaux III.13 et III.14 :

**Tableau III.13** : Calcul des débits maximaux horaires.

Horizons	$\alpha_{\max}$	$\beta_{\max}$	$K_{\max, h}$	$Q_{\text{moy}, h} (\text{m}^3/\text{h})$	$Q_{\max, h} (\text{m}^3/\text{h})$
2018	1,3	1,13	1,47	759,38	1116,28
2034	1,3	1,11	1,44	1102,53	1587,64
2049	1,3	1,07	1,39	1566,84	2179,47

**Tableau III.14** : Calcul des débits minimaux horaires.

Horizons	$\alpha_{\min}$	$\beta_{\min}$	$K_{\min, h}$	$Q_{\text{moy, h}} \text{ (m}^3/\text{h)}$	$Q_{\min, h} \text{ (m}^3/\text{h)}$
2018	0,6	0,63	0,38	759,38	287,05
2034	0,6	0,71	0,43	1102,53	474,09
2049	0,6	0,77	0,46	1566,84	720,75

**III.7. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :**

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans l'Annexe.1(Régime de consommation des agglomérations).

**Remarque :**

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

Pour notre cas on choisit la répartition variant de 50 001 à 100 000 habitants pour l'année 2018 et plus de 100 000 pour les deux horizons 2034 et 2049.(Annexe I)

Le débit horaire est obtenu par la formule suivante :

$$Q_h = (C_h \% \times Q_{\max, j}) / 100 \quad (\text{III.12})$$

Avec :

$Q_h$  : Débit horaire nécessaire (m<sup>3</sup>/h).

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

$C_h$  % : Pourcentage horaire.

La répartition horaire des débits de consommation journalière pour l'horizon actuel et les horizons 2034 et 2049 de la région d'étude est indiquée dans les tableaux III.15, III.16 :

**Tableau III.15**: Variation des débits horaires pour l'horizon (2034).

Heures	Horizon 2034			
	$Q_{\max, j} = 26460,82 \text{ m}^3/\text{j}$		Consommation cumulée	
(h)	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h
00h-01h	2	529,22	2	529,22
01h-02h	2,1	555,68	4,1	1084,89
02h-03h	1,9	502,76	6	1587,65
03h-04h	1,9	502,76	7,9	2090,40
04h-05h	2,85	754,13	10,75	2844,54
05h-06h	3,7	979,05	14,45	3823,59
06h-07h	4,5	1190,74	18,95	5014,33
07h-08h	5,3	1402,42	24,25	6416,75
08h-09h	5,8	1534,73	30,05	7951,48
09h-10h	6,1	<b>1614,11</b>	36,15	9565,59
10h-11h	5,8	1534,73	41,95	11100,31
11h-12h	5,7	1508,27	47,65	12608,58
12h-13h	4,8	1270,12	52,45	13878,7
13h-14h	4,7	1243,66	57,15	15122,36
14h-15h	5,1	1349,50	62,25	16471,86
15h-16h	5,1	1349,50	67,35	17821,36
16h-17h	5,45	1442,12	72,8	19263,48
17h-18h	5,1	1349,50	77,9	20612,98
18h-19h	4,85	1283,35	82,75	21896,33
19h-20h	4,5	1190,74	87,25	23087,07
20h-21h	4,2	1111,35	91,45	24198,42
21h-22h	3,6	952,59	95,05	25151,01
22h-23h	2,85	754,13	97,9	25905,14
23h-00h	2,1	555,68	100	26460,82

Les résultats trouvés nous permettent de tracer le graphique de consommation de l'agglomération

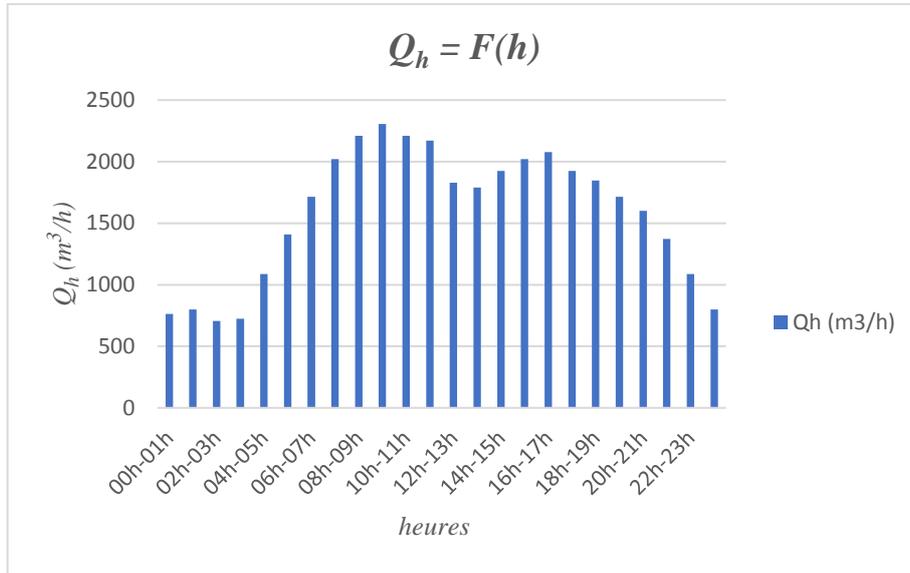


Figure III.2 : Graphique de la consommation pour l'horizon 2034.

**Interprétation :** l'histogramme présente la consommation en fonction des heures pour le moyen terme (2034) tel que l'heure de pointe est à 9h-10h.

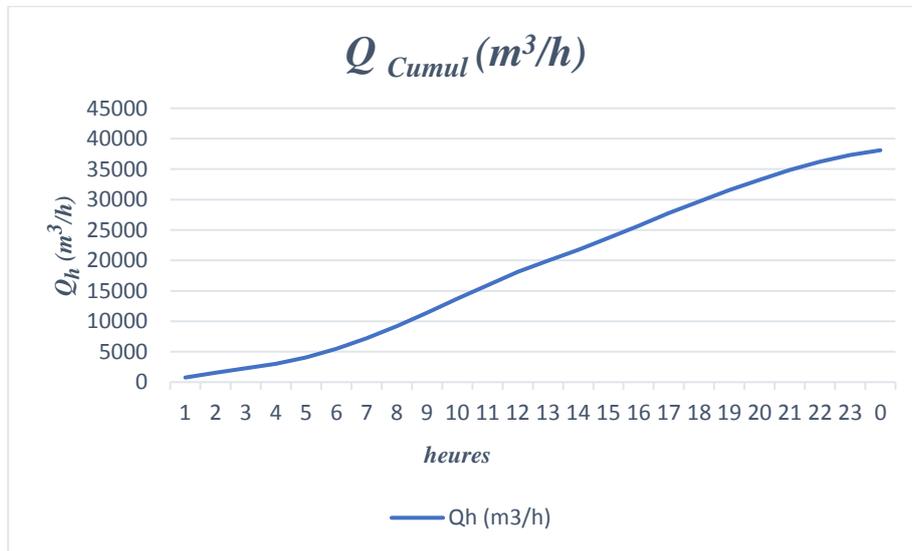


Figure III.3 : Courbe de la consommation cumulée à moyen terme.

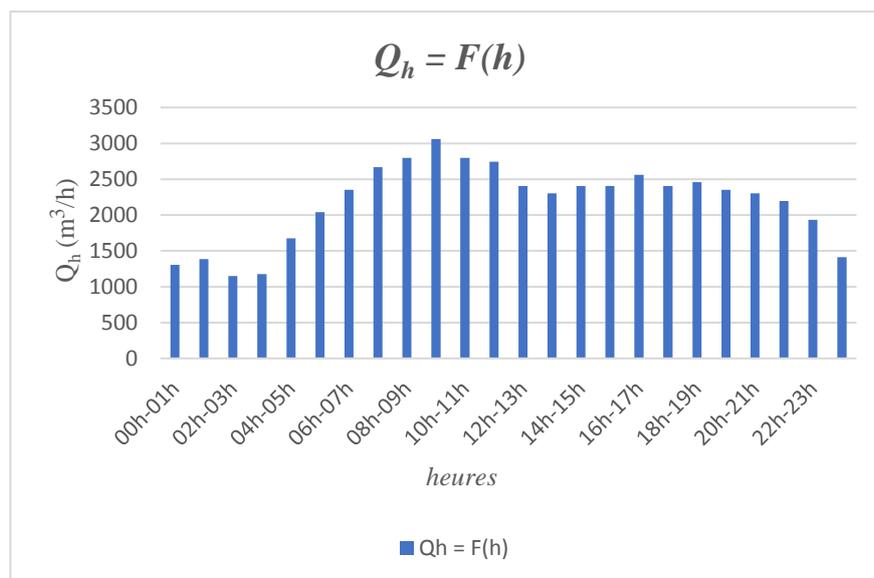
**Interprétation :** le graphe présente la courbe de la consommation cumulée en fonction de temps pour le moyen terme (2034)

Pour notre cas choisit la répartition variant de plus 100000 pour l'horizon 2049 (Annexe I).

**Tableau III.16:** Variation des débits horaires pour l'horizon 2049.

Heures (h)	Horizon 2049			
	$Q_{\max, j} = 37604,16 \text{ m}^3/\text{j}$		Consommation cumulée	
	%	$\text{m}^3/\text{h}$	%	$\text{m}^3/\text{h}$
00h-01h	2,5	940,10	2,5	940,10
01h-02h	2,65	996,51	5,15	1936,61
02h-03h	2,2	827,29	7,35	2763,91
03h-04h	2,25	846,09	9,6	3609,99
04h-05h	3,2	1203,33	12,8	4813,33
05h-06h	3,9	1466,56	16,7	6279,89
06h-07h	4,5	1692,18	21,2	7972,08
07h-08h	5,1	1917,81	26,3	9889,89
08h-09h	5,35	2011,82	31,65	11901,72
09h-10h	5,85	<b>2199,84</b>	37,5	14101,56
10h-11h	5,35	2011,82	42,85	16113,38
11h-12h	5,25	1974,22	48,1	18087,6
12h-13h	4,6	1729,79	52,7	19817,39
13h-14h	4,4	1654,58	57,1	21471,98
14h-15h	4,6	1729,79	61,7	23201,77
15h-16h	4,6	1729,79	66,3	24931,56
16h-17h	4,9	1842,60	71,2	26774,16
17h-18h	4,6	1729,79	75,8	28503,95
18h-19h	4,7	1767,39	80,5	30271,35
19h-20h	4,5	1692,19	85	31963,54
20h-21h	4,4	1654,58	89,4	33618,12
21h-22h	4,2	1579,37	93,6	35197,49
22h-23h	3,7	1391,35	97,3	36588,85
23h-00h	2,7	1015,31	100	37604,16

Les résultats trouvés nous permettent de tracer le graphique de consommation de l'agglomération.



**Figure III.4 :** Graphique de la consommation pour l'horizon 2049.

**Interprétation :** l'histogramme présente la consommation en fonction des heures pour long terme (2049) tel que l'heure de pointe est à 9h-10h.

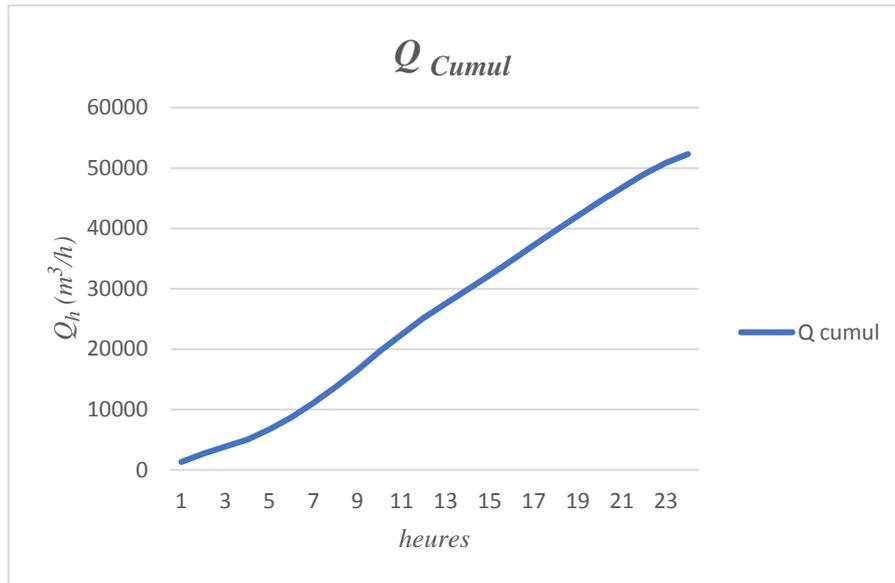


Figure III.5 : Courbe de la consommation cumulée à long terme.

**Interprétation :** le graphe présente la courbe de la consommation cumulée en fonction de temps pour le long terme (2049)

**III.8 Bilan ressources-besoins :**

- Ressources mobilisées :  $Q_{\text{forage}} = 277$  l/s
- Besoins à moyen terme (2034) :  $Q_p = 306,26$  l/s
- Besoins à long terme (2049) :  $Q_p = 435,23$  l/s

Tableau III.17: Bilan ressources-besoins

Horizon	2018	2034	2049
Besoins (l/s)	210,94	306,26	435,23
Ressources mobilisées (l/s)	277	277	277
Bilan	66,06	29,26	158,23
	Surplus	Déficit	Déficit

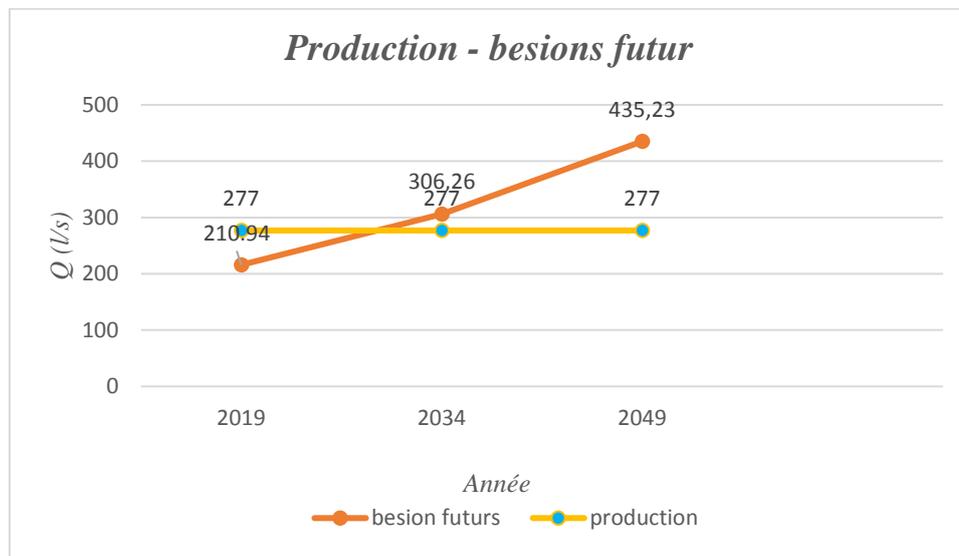


Figure III.6: Diagramme de production-besoins futur

### III.9 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons procédé d'une façon estimative et approchée les différentes catégories de consommateurs rencontrés dans notre agglomération ainsi que les besoins en eau potables qui leurs correspondent.

Après avoir estimé les besoins en eau actuels et futurs de la commune de Nezla, nous avons remarqué que le nombre d'habitants est en augmentation ainsi que la consommation maximale journalière, ceci est dû au fait que la commune est en développement urbain continu. Il est donc nécessaire de prévoir d'autres sources d'approvisionnement mis à part les forages du champ captant de la commune qui ne satisfait même pas les besoins actuels, un grand manque d'eau qui ne peut être assuré qu'à partir le moyenne terme.

Nous allons alors déterminer dans le chapitre qui suit la capacité de stockage nécessaire afin d'assurer une meilleure alimentation de notre commune.

# *Chapitre IV*

## *Les réservoirs d'alimentation en eau potable*

## ***Les réservoirs d'alimentation en eau potable***

### **IV.1. Introduction**

Très souvent, l'installation d'adduction et de distributions d'eau comporte des réservoirs. Le réservoir est un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable, c'est un ouvrage hydraulique de stockage d'eau ; soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à l'usage industriel. Il a pour fonction essentiel la régulation entre le débit consommé et celui approvisionné.

Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économique :

- Accumuler l'eau et faire face à la fluctuation de la demande en eau ;
- Assurer la consommation pendant la panne (panne électrique, défaillance de la pompe) ;
- Garantir des pressions de service dans les réseaux de distribution ;
- Régulariser le fonctionnement de pompage en permettant une marche uniforme des pompes.
- Le stockage de la réserve d'incendie ;
- Le maintien d'eau à l'abri de la pollution et des variations des températures.

### **IV.2. Caractéristiques du réservoir :**

Durant la construction d'un réservoir, les matériaux utilisés doivent être choisis pour assurer

- **Résistance** : Le réservoir doit équilibrer en toutes ses parties les efforts auxquels il est soumis.
- **Étanchéité** : Les parois doivent être étanches pour éviter les fuites.
- **Durabilité** : Le réservoir doit avoir une durabilité pour longtemps, ce qui veut dire, le matériau dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales en contact avec l'eau.

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

Ils peuvent être classés selon leur position par rapport au sol (Les réservoirs enterrés ,semi enterrés ,surélevés ...),leur forme et selon l'usage :

- Réservoir principal d'accumulation et de stockage ;
- Réservoir d'équilibre (réservoir tampon) ;
- Réservoir de traitement.

Les critères les plus souvent retenus pour les choix sont :

- Les facteurs économiques ;
- La sécurité d'approvisionnement et la facilité d'exploitation ;
- Les possibilités d'adaptation au réseau ;
- Les possibilités d'inscription harmonieuse dans le site.

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

Ils assurent plusieurs fonctions à savoir :

#### **IV.4.1 Fonction techniques :**

- Ils servent à compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la consommation (débit de pointe et autres) ;
- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes, réparations, extension du réseau...) ;
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas ;
- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant
- Simplification de l'exploitation ;
- Sollicitation régulière des points d'eau qui ne sont pas l'objet des à-coups journaliers au moment de la pointe ;
- Régularité des pressions dans le réseau ;
- Réserve incendie garantie. Une partie du volume est réservé à la lutte contre l'incendie.

**IV.4.2 Fonctions économiques :**

- Réduction des investissements sur les ouvrages de production.
- Réduction des investissements sur le réseau de distribution.
- Réduction des dépenses d'énergie.

**IV.5 Qualité de l'eau dans les réservoirs :**

Afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'eau lors de la traversée d'un réservoir, il convient :

- D'assurer l'étanchéité de l'ouvrage : terrasse, radier et parois pour les réservoirs au sol ou semi-enterrés.
- De veiller à ce que les entrées d'air (ventilations, trop-pleins ...) soient correctement protégées contre les entrées de poussière, d'insectes et d'animaux.
- De limiter l'éclairage naturel de l'intérieur du réservoir.
- De procéder à un nettoyage au moins annuel du réservoir

**IV.6 Emplacement du réservoir :**

L'emplacement du réservoir à pour condition l'assurance d'une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de point. Le meilleur emplacement n'est déterminé qu'après une étude technico-économique approfondie, en prenant en considération les conditions suivantes :

- Ils doivent être placés à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'ils desservent.
- L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau.
- Le site du réservoir doit être le plus proche possible de l'agglomération (économie) pouvant alimenter le point le plus défavorable.
- La topographie intervient et à une place prépondérante dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie.
- Il doit être construit sur des terrains sable et solides.

**IV.7 Choix du type du réservoir :**

Vue la topographie des lieux, le relief de la région étant accidenté et l'emplacement disponible et les avantages qu'offrent les réservoirs circulaires, semi enterrés ; à savoir :

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée.
- Ethnocentrie lus facile à réaliser.
- Conservation de l'eau se fait à une faible variable de température.
- L'étanchéité est assurée.

L'utilisation de ce type de réservoir répond bien aux différents problèmes technico-économiques. Il est exigé d'un réservoir d'être :

- Couverts,
- À l'abri des contaminations,
- À l'abri des infiltrations des eaux souterraines,
- À l'abri des pluies et des poussières.

**IV.8 Equipements du réservoir**

Un réservoir doit être équipé par :

- Conduite d'arrivée ou d'alimentation (d'adduction) ;
- Conduite de départ ou de distribution ;
- Conduite de vidange ;
- Conduite de trop plein

- Conduite de bay basse, dans certain cas
- Système de matérialisation de la réserve d'incendie.

Les réservoirs alimentés à partir d'adduction gravitaire seront commandés par robinet à flotteur ou obturateur. Toutes les conduites doivent, normalement, aboutir dans une chambre de manœuvre accolée au réservoir.

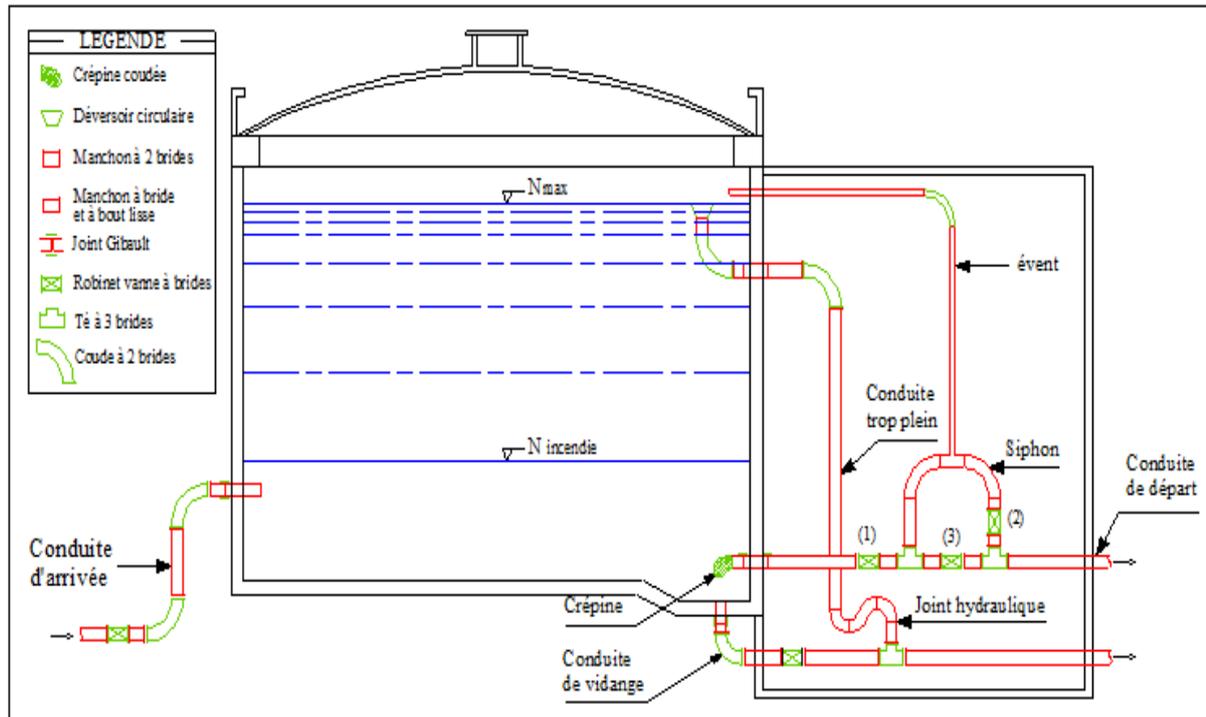


Figure IV.1: Les équipements de réservoir

#### IV.8.1 Conduite d'adduction

La conduite d'adduction à son débouché dans le réservoir, doit pouvoir s'obturer quand l'eau atteint dans la cuve son niveau maximal.

- obturation par robinet flotteur si l'adduction est gravitaire.
- un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

L'adduction s'effectue par surverse, soit en chute libre en provoquant à l'arrivée dans le réservoir une oxygénation de l'eau, soit en prolongeant la conduite de façon à ce que l'extrémité soit toujours noyée.

#### IV.8.2 Conduite de distribution :

Le départ de la conduite s'effectue à 0.15 – 0.2 m au-dessus du radier en vue d'éviter d'introduire dans la distribution des boues ou des sables qui éventuellement, pourraient se décanter dans la cuve, il y a aussi de réservé un minimum de 0.5 m dessus la génératrice supérieure de la conduite en cas d'abaissement maximal du plan d'eau, pour faciliter le brassage de l'eau, le départ sera prévu l'opposé de l'arrivée, un robinet vanne sera ménagé sur le départ de la conduite.

#### IV.8.3 La conduite de trop plein :

Cette conduite devra évacuer l'excès d'eau arrivant au réservoir quand l'eau atteint sa limite maximale ou en cas de défaillance du système d'arrêt des pompes, la canalisation de trop plein débouchera à un exutoire voisin. Afin d'éviter la pollution ou une introduction d'animaux qui pourrait pénétrer dans le réservoir, on ménage un joint hydraulique constitué par un siphon avec une garde d'eau suffisante.

#### **IV.8.4 Conduite de vidange :**

La conduite vidange comporte un robinet vanne. Elle est nécessaire pour le nettoyage et l'inspection ainsi que les éventuelles réparations. Elle est placée en bas du réservoir et reliée généralement à la conduite de trop-plein.

#### **IV.8.5 Conduite de by-pass :**

Le by-pass est un dispositif reliant la conduite d'amenée d'eau à la conduite de départ, on l'utilise lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange ou la réparation du réservoir.

#### **IV.8.6 Ligne pilote :**

Un interrupteur à flotteur va être disposé à la partie haute d'un réservoir. Il est relié au contacteur du moteur de la pompe qui enclenche ce dernier pour un niveau d'eau inférieur, et le déclenche pour un niveau supérieur.

#### **IV.8.7 Système de matérialisation de la réserve d'incendie :**

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre un incendie, il faut en interdire matériellement son utilisation en service normal, et la rendre accessible par la manœuvre d'une vanne spéciale en cas de nécessité, à cet effet on utilise deux solutions, en l'occurrence.

##### **IV.8.7.1 Le système à deux prises :**

Il consiste à distribuer l'eau en régime normal à partir d'une prise située au-dessus du volume réservé et commandée par la première vanne. La prise située au voisinage du fond est condamnée par la deuxième vanne (vanne d'incendie), qui peut avantageusement être télécommandée en cas de sinistre. L'inconvénient de cette solution est que, sauf en cas d'alimentation du réservoir par le fond, il subsiste entre les deux prises une zone mal renouvelée, ou risque de développement de micro-organismes qui peuvent contaminer toute l'eau du réservoir et risquant de surcroît de lui donner un goût désagréable.

##### **IV.8.7.2 Le système à siphon :**

Le système à siphon consiste à prélever, dans tous les cas l'eau au voisinage du fond du réservoir mais on la faisant transiter au service normal par un siphon situé à la coté supérieure de la réserve d'incendie et muni d'un évent qui la désamorçe dès que l'eau atteint ce niveau.

#### **IV.9 Aménagements interne des réservoirs**

Tout doit être fait pour éviter les zones mortes afin que le renouvellement de l'eau soit le plus homogène possible pour tout le volume. Pour les éviter il faut :

- Eloigner les points d'arrivée et de départ.
- Créer des chicanes (figure IV.9).
- Casser les angles horizontaux et verticaux par des goussets (15 x 15), ce qui facilite de plus les opérations de nettoyage.

Les radiers doivent présenter une forme de pente (1 à 1,5 %) afin d'évacuer totalement les eaux lors des vidanges et des opérations de nettoyage via un puisard.

***Note :** de préférence il faut impose une vidange et un nettoyage des réservoirs au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies d'une désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau.*

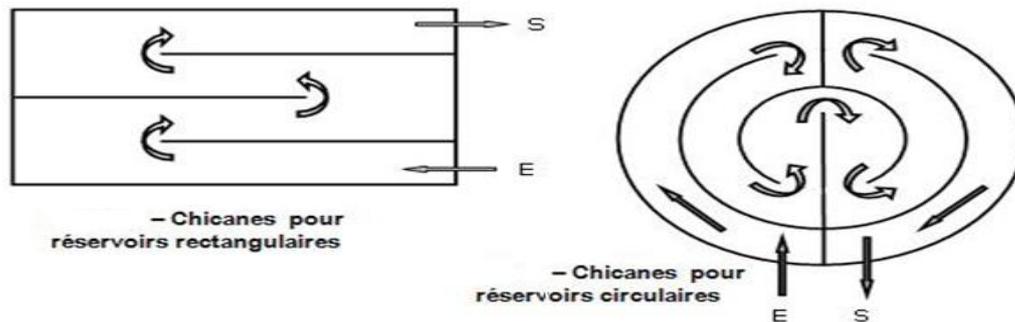


Figure IV.2 : Les chicanes dans le réservoir

#### IV.10 Recommandations diverses

- Limiter l'entrée de la lumière naturelle pour éviter les risques de prolifération d'algues.
- Éviter l'élévation de la température de l'eau par une bonne isolation thermique (talutage, pare-soleil), et ceci pour limiter l'activité biologique et protéger la structure contre les microfissurations.
- Aménager des évacuations pour les eaux pluviales.
- Prévoir des accès au réservoir empruntable par des véhicules en toute saison.
- Le renouvellement de l'étanchéité extérieure afin de parer à toute infiltration d'eau pouvant contaminer l'eau stockée,
- La mise en œuvre d'une isolation thermique afin de maintenir à l'intérieur de l'ouvrage une température constante proche de celle de l'eau emmagasinée,
- La réfection du revêtement de la surface intérieure en contact avec l'eau potable,
- La séparation de la réserve d'eau et de la chambre à vannes,
- La modification du système d'aération de la cuve (élimination des chapeaux d'aération au-dessus du plan d'eau et mise en place d'un système d'aération avec bouche murale, filtres et gaines d'aération horizontales),
- La modification de l'accès aux cuves pour faciliter le travail du personnel en charge des travaux d'entretien,
- Le renouvellement de la tuyauterie et de la robinetterie,

#### IV.11 Capacité du réservoir :

En règle générale, la détermination de la capacité des réservoirs se diverse d'une zone à une autre, et ça dépend des caractéristiques de la zone à alimenter. Pour cette raison on a suivi deux méthodes qui nous permettent de déterminer les capacités des réservoirs nécessaires pour satisfaire les besoins. Le calcul de la capacité se fait par deux méthodes :

- Méthode analytique.
- Méthode graphique.

##### IV.11.1 Méthode analytique

Le volume maximal de stockage du réservoir, pour la consommation, qui se base à l'utilisation du régime de variation de la consommation (Annexe I). Et déterminé par la formule suivante :

$$V_{\max} = P_{\max} (\%) \times \frac{Q_{\max j}}{100} \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

$V_{\max}$  = Volume maximal de stockage pour la consommation ( $\text{m}^3$ ).

$Q_{\max j}$  = consommation maximale journalière ( $\text{m}^3/\text{j}$ )

$P_{\max j}$  = résidu maximal dans le réservoir (%).

**IV.11.1.1 Détermination de la valeur de  $P_{max}$  :**

Connaissant les valeurs de  $\alpha_{max}$  et  $\beta_{max}$  on détermine la valeur du coefficient de variation horaire  $K_{max}$  par la relation suivante :

$$K_{max} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad (IV.2)$$

- La répartition de la consommation maximale journalière sur les 24 heures se détermine à l'aide du tableau de distribution du débit journalier sur 24 heures (voir annexe I)
- On répartit ensuite le débit de pompage tout au long de la journée.
- La différence entre l'apport et la distribution pour chaque heure de la journée, sera reportée dans la colonne des surplus ou des déficits selon son signe.
- On détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La valeur maximale trouvée ( $P_{max}$ ) sera le pourcentage du volume de stockage.

$$P_{max} = |R^+_{max}| + |R^-_{max}| \quad (IV.3)$$

Avec :  $R^+_{max}$  : résidu maximum positif (%).  
 $R^-_{max}$  : résidu minimum négatif (%).

**IV.11.1.2 le volume d'incendie :**

Le volume total détermine en ajoutant le volume d'incendie au volume de régulation :

$$V_T = V_r + V_{inc} \quad (m^3) \quad (IV.4)$$

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

$V_{inc}$  : volume d'incendie estimé à  $120 m^3$ .

**IV.11.2 Méthode graphique :**

Il est conseillé dans la pratique urbaine de se rapprocher d'une capacité correspondante à une journée de consommation, pour cela la capacité du réservoir doit être prise au minimum égale à 50% de la plus forte consommation journalière.

Cette méthode est visée sur le traçage des courbes de la consommation maximale journalière et celle caractérisant l'apport de la station de pompage ; en additionnant en valeur absolue les écarts de deux extremums de la courbe de consommation par rapport à celle d'apport, on obtiendra le résidu maximal journalier.

**IV.11.2.1 Détermination du résidu maximum dans les réservoirs**

Pour dimensionner un réservoir, on est appelé à déterminer le résidu maximal. Souvent celui-ci peut être localisé aux environs des heures de pointe où la consommation est élevée.

La variation entre le débit entrant et le débit à distribuer peut nous permettre sa localisation. Si la différence de débit entrant et sortant du réservoir est supérieure à celui qui sort de ce dernier cela indique qu'il y a un surplus ; et dans le cas contraire, on aura un déficit.

On détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La valeur maximale trouvée sera le pourcentage du volume de stockage.

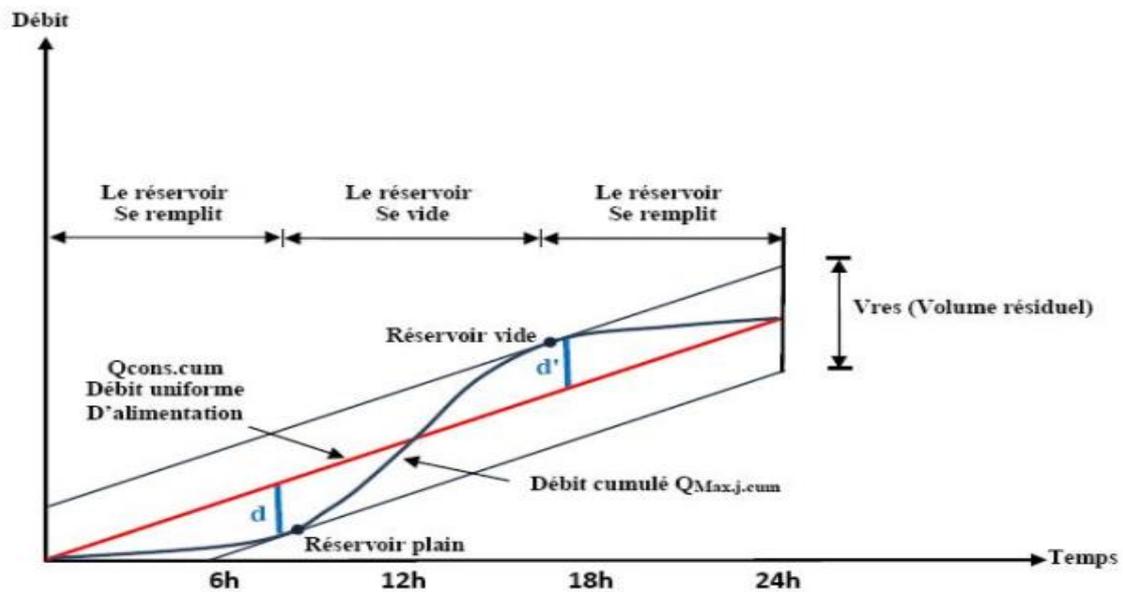


Figure IV.3 : graphe de consommation en fonction de l'apport

Le volume maximal de stockage est obtenu en sommant en valeur absolue les écarts des deux extremums par rapport à la courbe d'apport.

$$R_{max} = |\Delta V+| + |\Delta V-| \quad (\%) \quad (\text{IV.5})$$

#### IV.11.2.2 Le volume de régulation $V_r$

Il est calculé selon la formule suivante :  $V_r = \frac{Q_{moy j} \times R_{max}}{100} \quad (\text{m}^3) \quad (\text{IV.6})$

**Remarque :** Le volume maximal sera déterminé de la même façon que la méthode analytique.

Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous devons procéder à :

- Soit à la méthode graphique qui tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport du débit pompé.
- Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ du réservoir.

#### IV.11.3 Dimensionnement des réservoirs

Dans notre zone d'étude, les réservoirs qui existent dans la zone d'étude sont :

- Château complexe (Tableau II.23)
- Château Ain Sehra (Tableau II.25)
- Château sidi Mehdi (Tableau II.26)

La variation des résidus du réservoir en fonction des heures de consommation est représentés dans le tableau suivant, en utilisant la méthode analytique pour la détermination du résidu maximal.

Les valeurs de la distribution horaire sont tirées de tableau voir *annexe I* et les tableaux (III.15) (III.16) (III.17)

Tableau IV.1 : Détermination de la capacité du stockage en 2018

Heures	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h			
00-01	4,16	777,22	1,5	279,8	2,66		8,84
01-02	4,16	777,22	1,5	279,8	2,66		11,5
02-03	4,16	777,22	1,5	279,8	2,66		14,16
03-04	4,16	777,22	1,5	279,8	2,66		16,82
04-05	4,16	777,22	2,5	466,33	1,66		18,48
05-06	4,16	777,22	3,5	652,86	0,66		<b>19,14</b>
06-07	4,16	777,22	4,5	839,4		0,34	18,8
07-08	4,16	777,22	5,5	1025,93		1,34	17,46
08-09	4,17	777,22	6,25	1165,83		2,08	15,38
09-10	4,17	777,22	6,25	1165,83		2,08	13,3
10-11	4,17	777,22	6,25	1165,83		2,08	11,22
11-12	4,17	777,22	6,25	1165,83		2,08	9,14
12-13	4,17	777,22	5	932,66		0,83	8,31
13-14	4,17	777,22	5	932,66		0,83	7,48
14-15	4,17	777,22	5,5	1025,93		1,33	6,15
15-16	4,17	777,22	6	1119,19		1,83	4,32
16-17	4,17	777,22	6	1119,19		1,83	2,49
17-18	4,17	777,22	5,5	1025,93		1,33	1,16
18-19	4,17	777,22	5	932,66		0,83	0,33
19-20	4,17	777,22	4,5	839,4		0,33	0
20-21	4,17	777,22	4	746,13	0,17		0,17
21-22	4,17	777,22	3	559,59	1,17		1,34
22-23	4,17	777,22	2	373,07	2,17		3,51
23-24	4,17	777,22	1,5	279,8	2,67		6,18
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>18225,06</b>	<b>100</b>	<b>18225,06</b>			

D'après le tableau IV.1 on a :

$$R_{\max} = 19,14$$

$$V_{\max} = ((19,14/100) \times 18225,06) = 3488,28 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 3488,28 + 120 = \mathbf{3608,28 \text{ m}^3}$$

**Tableau IV.2 : Détermination de la capacité du stockage nécessaire en 2034**

Heures	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h			
00-01	4,16	1102,53	2	529,22	2,16		6,12
01-02	4,16	1102,53	2,1	555,68	2,06		8,18
02-03	4,16	1102,53	1,85	502,76	2,31		10,49
03-04	4,16	1102,53	1,9	502,76	2,26		12,75
04-05	4,16	1102,53	2,85	754,13	1,31		14,06
05-06	4,16	1102,53	3,7	979,05	0,46		<b>14,52</b>
06-07	4,16	1102,53	4,5	1190,74		0,34	14,18
07-08	4,16	1102,53	5,3	1402,42		1,14	13,04
08-09	4,17	1102,53	5,8	1534,73		1,63	11,41
09-10	4,17	1102,53	6,05	1614,11		1,88	9,53
10-11	4,17	1102,53	5,8	1534,73		1,63	7,9
11-12	4,17	1102,53	5,7	1508,27		1,53	6,37
12-13	4,17	1102,53	4,8	1270,12		0,63	5,74
13-14	4,17	1102,53	4,7	1243,66		0,53	5,21
14-15	4,17	1102,53	5,05	1349,50		0,88	4,33
15-16	4,17	1102,53	5,3	1349,50		1,13	3,2
16-17	4,17	1102,53	5,45	1442,11		1,28	1,92
17-18	4,17	1102,53	5,05	1349,50		0,88	1,04
18-19	4,17	1102,53	4,85	1283,35		0,68	0,36
19-20	4,17	1102,53	4,5	1190,74		0,33	0,03
20-21	4,17	1102,53	4,2	1111,35		0,03	0
21-22	4,17	1102,53	3,6	952,59	0,57		0,57
22-23	4,17	1102,53	2,85	754,13	1,32		1,89
23-24	4,17	1102,53	2,1	555,68	2,07		3,96
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>26460,82</b>	<b>100</b>	<b>26460,82</b>			

D'après le tableau IV.2 on a :

$$R_{\max} = 14,52$$

$$V_{\max} = ((14,52/100) \times 26460,82) = 3842,11 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 3842,11 + 120 = \mathbf{3962,11 \text{ m}^3}$$

**Tableau IV.3 : Détermination de la capacité du stockage nécessaire en 2049**

Heures	Apport		Distribution		Surplus %	Déficit %	Résidu %
	%	m <sup>3</sup> /h	%	m <sup>3</sup> /h			
00-01	4,16	1566,84	2	940,10	2,16		6,12
01-02	4,16	1566,84	2,1	996,51	2,06		8,18
02-03	4,16	1566,84	1,85	827,29	2,31		10,49
03-04	4,16	1566,84	1,9	846,09	2,26		12,75
04-05	4,16	1566,84	2,85	1203,33	1,31		14,06
05-06	4,16	1566,84	3,7	1466,56	0,46		<b>14,52</b>
06-07	4,16	1566,84	4,5	1692,19		0,34	14,18
07-08	4,16	1566,84	5,3	1917,81		1,14	13,04
08-09	4,17	1566,84	5,8	2011,82		1,63	11,41
09-10	4,17	1566,84	6,05	2199,84		1,88	9,53
10-11	4,17	1566,84	5,8	2011,82		1,63	7,9
11-12	4,17	1566,84	5,7	1974,22		1,53	6,37
12-13	4,17	1566,84	4,8	1729,79		0,63	5,74
13-14	4,17	1566,84	4,7	1654,58		0,53	5,21
14-15	4,17	1566,84	5,05	1729,79		0,88	4,33
15-16	4,17	1566,84	5,3	1729,79		1,13	3,2
16-17	4,17	1566,84	5,45	1842,60		1,28	1,92
17-18	4,17	1566,84	5,05	1729,79		0,88	1,04
18-19	4,17	1566,84	4,85	1767,39		0,68	0,36
19-20	4,17	1566,84	4,5	1692,19		0,33	0,03
20-21	4,17	1566,84	4,2	1654,58		0,03	0
21-22	4,17	1566,84	3,6	1579,37	0,57		0,57
22-23	4,17	1566,84	2,85	1391,35	1,32		1,89
23-24	4,17	1566,84	2,1	1015,31	2,07		3,96
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>37604,16</b>	<b>100</b>	<b>37604,16</b>			

D'après le tableau IV.3 on a :

$$R_{\max} = 14,52$$

$$V_{\max} = ((14,52/100) \times 37604,16) = 5460,12 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 5460,12 + 120 = \mathbf{5580,12 \text{ m}^3}$$

#### IV.11.4 Bilan de stockage :

On a établi un bilan entre la capacité de stockage en eau potable disponible dans la commune de Nezla et celle du stockage nécessaire actuellement, à moyen et à long terme, comme le montre le tableau récapitulatif (IV.4)

**Tableau IV.4 : Bilan de stockage.**

Horizons	2018	2034	2049
<b>Q<sub>max,j</sub> (m<sup>3</sup>/j)</b>	18225,06	26460,82	37604,16
Capacité résiduelle (m <sup>3</sup> )	3488,28	3842,11	5460,12
Reserve d'incendie (m <sup>3</sup> )	120	120	120
Capacité totale nécessaire (m <sup>3</sup> )	3608,28	3962,11	5580,12
Capacité disponible (m <sup>3</sup> )	1850	1850	1850
Surplus (m <sup>3</sup> )	-	-	-
Déficit (m <sup>3</sup> )	1758,28	2112,11	3730,12

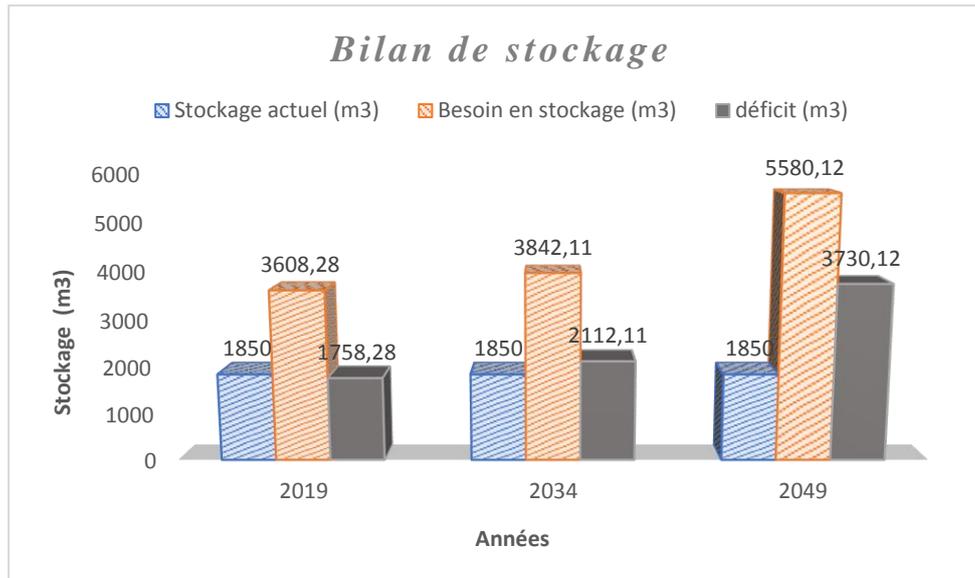


Figure IV.4 : Bilan de comparaison de besoin en stockage

Les demandes à l’horizon actuelle et long terme n’est pas assuré par les réservoirs présentés précédemment des capacités de 1850 m<sup>3</sup> ça s’implique d’implanter un réservoir de capacité 4000 m<sup>3</sup> voisin de ces derniers.

**IV.11.5 Dimensionnement du réservoir projeter :**

La capacité du réservoir à projeter sera de 4000 m<sup>3</sup>. Ce qui concerne la forme des réservoirs de stockage, on opte pour la forme circulaire puisque nos volumes sont tous inférieur à 10000 m<sup>3</sup>. La hauteur de l’eau dans la cuve est comprise entre 3 et 6 m en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importante peuvent présenter des hauteurs d’eau comprise entre 7 et 10 m.

• **Le diamètre D de la cuve :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V_t}{\pi \times h}} \tag{IV.7}$$

Avec : **V<sub>t</sub>** = volume totale.

**h** = la hauteur d’eau dans la cuve. On prend que h = 5 m

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 4000}{\pi \times 6}} = 29,13 \text{ m} \quad , \text{ On prend : } D = 30 \text{ m}$$

• **La section de la cuve :**

$$S = \frac{V_t}{h} \tag{IV.8}$$

$$S = \frac{4000}{6} = 666,66 \text{ m}^2 \quad ,$$

• **La hauteur de la réserve d’incendie :**

$$h_{inc} = \frac{V_{inc}}{s} \tag{IV.9}$$

$$h_{inc} = \frac{120}{666.66} = 0,18 \text{ m}$$

Avec : **h<sub>inc</sub>** : hauteur d’incendie

**V<sub>inc</sub>** : volume d’incendie

**• La hauteur totale du réservoir :**

$$\mathbf{H = h + h_{inc} + R} \quad \mathbf{(IV.10)}$$

**H** = hauteur totale du réservoir

**h** = hauteur d'eau dans la cuve.

**R** = marge de sécurité ( R= 0,5)

$$\mathbf{H = 6 + 0,18 + 0,5 = 6,68 \text{ m}}$$

**IV.12 Conclusion**

On remarque que les réservoirs ont un rôle très important (stockage et distribution) ; pour cela ils nécessitent une surveillance régularisée et un entretien périodique concernant le nettoyage de la cuve. Il convient donc de bien les concevoir et de bien les réaliser (assurant l'étanchéité) afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.

Le but de ce chapitre est de vérifier la capacité de stockage du réservoir existant à l'horizon 2049. A cet horizon il a été déduit un volume de 5580,12 m<sup>3</sup> qui est légèrement supérieure au volume de 1850 m<sup>3</sup> existant étant donné que le réservoir existant est en très bonne état et qui sera maintenu à l'horizon future, pour combler le déficit de 3730,12 m<sup>3</sup>.

Après l'étude profonde de ce chapitre nous avons conclu que l'alimentation de la commune de Nezla s'effectuera par l'implantation de nouveau réservoir de capacité de 4000 m<sup>3</sup>.

# *Chapitre V*

## *Projection d'un nouveau réseau à l'horizon 2049*

## **Projection d'un nouveau réseau à l'horizon 2049**

### **V.1 Introduction :**

L'eau stockée dans le réservoir, doit être distribuée à l'aide des canalisations connectées entre elle sur lesquelles des branchements seront piqués en vue de satisfaire le consommateur.

La projection d'un nouveau réseau est nécessaire pour satisfaire les besoins croissants de notre agglomération et cela à l'horizon 2049. Dans ce chapitre, nous procéderons au dimensionnement du réseau de distribution, à cet effet une simulation hydraulique du réseau a été faite avec le logiciel Epanet, ce logiciel permet de dimensionner, et déterminer les valeurs des vitesses et des pressions dans le réseau.

### **V.2 Le réseau de distribution**

#### **V.2.1. Définition**

Du réservoir de stockage sort une conduite principale de gros diamètre. Celle-ci, en se prolongeant le long des rues de l'agglomération forme un ensemble de conduites maîtresses. Sur chacune de ces dernières, sont branchées des conduites de diamètres moindres dites conduites secondaires, tertiaires, etc.

L'ensemble de toutes ces différentes canalisations avec l'ensemble des équipements qui les accompagnent forment le réseau de distribution. C'est l'infrastructure la plus importante du réseau global, car il s'étend sur toute la surface de l'agglomération.

#### **V.2.2 Ossature du réseau**

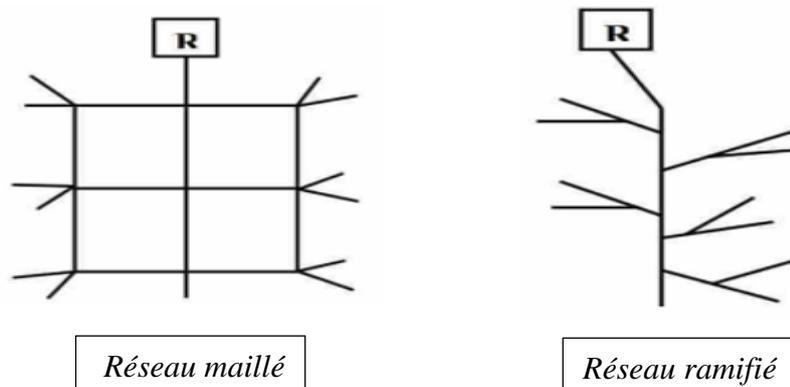
L'ossature du réseau dépend de la configuration de l'agglomération. On distingue les différents types de réseau de distribution dont : réseau ramifié, réseau maillé et réseau étagé

##### **V.2.2.1 Réseau ramifié :**

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent (ramifié) qui n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale entraîne la perte de service pour tous les usagers situés en aval.

##### **V.2.2.2 Réseau maillé :**

Ce type de réseau est constitué de boucles. Le sens de l'écoulement varie fréquemment selon la demande de certaines conduites. En effet, le nombre d'abonnés non desservis en cas de panne ou de réparation est réduit au maximum puisque l'eau peut atteindre un même point par plusieurs chemins. L'autre intérêt est que la vitesse d'écoulement de l'eau est rarement nulle, ce qui offre l'avantage de maintenir la bonne qualité de l'eau distribuée.



**Figure V.1:** Schéma général d'un réseau de distribution (R : Réservoir)

### V.2.2.3 Réseau étagé :

Le réseau étagé est caractérisé par les différences de niveau très important ; ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions au point le plus bas (norme de pressions ne sont pas respectées). En effet ce système nécessite une installation d'un réservoir intermédiaire alimenter par le premier qui permet de régularisés la pression dans le réseau.

### V.2.3 Aménagement et rénovation du réseau :

Ces aménagements consistent en la proposition de la projection d'un réseau de distribution couvrant la totalité de la zone d'étude, ainsi que l'implantation d'autre réservoir de stockage, ce qui nécessite le dimensionnement d'un nouveau réseau. Et cela par :

- Changement du type de réseaux ramifiés existants en réseaux maillés, afin de permettre une meilleure maîtrise des pressions, des vitesses et une gestion des réseaux facile et rentable.
- La projection et le dimensionnement de nouveaux tronçons permettant le maillage du réseau et ce avec un autre type de matériaux. (Voir Planche N° : 2/5)

*L'age et caractéristiques des conduites. (Annexe IV)*

### Discutions :

On dit le tronçon en mauvaise état d'après leur âge, type de matériau et l'agressivité de l'entartrage. Autre parte, on dit que la conduite en bon état c'est-à-dire le fonctionnement est dans la norme (la pression et la vitesse) et les conduites projeter pour changer le type de réseau ramifier existante en réseau maille.

### V.2.4 Principe de tracé du réseau :

Le tracé de notre réseau de distribution a été conçu en tenant compte des paramètres suivants :

- Repérer les quartiers les plus denses de la population.
- Repérer les consommateurs importants (débit concentre).
- Déterminer l'itinéraire (sens) principale pour assurer la distribution aux consommateurs.
- Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situés sur les côtes les plus élevés pour bien répartir l'eau.
- Les conduites principale doit être relier entre elle, par les conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

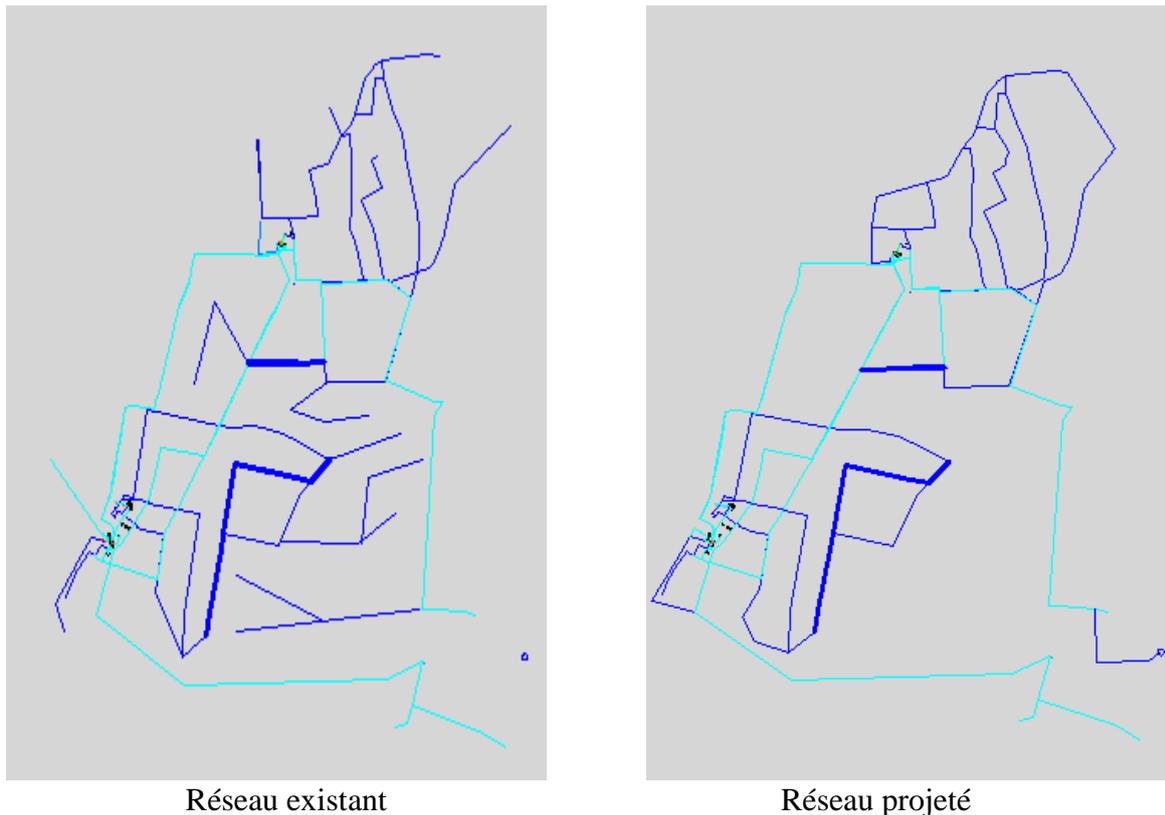
### V.2.5 Tracer du réseau maillé :

Le réseau maillé est l'assemblage de deux ou plusieurs réseaux ramifiés par des conduites qui permettent des échanges entre les réseaux de telle sorte à assurer une alimentation de retour.

Ce type de réseaux présente l'avantage d'être plus sécurisé dans l'alimentation (en cas de casse d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites) et une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau.

Vu la configuration de notre zone, on a opté pour ce type de réseau, et pour son tracé on a tenu compte des paramètres ci-dessous :

- Le tracé de l'ancien réseau.
- Repérer les consommations importantes (débits concentres).
- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante.



**Figure V.2 :** le réseau existant et le réseau projeté de la zone d'étude avec logiciel Epanet

### V. 3 Choix du système de distribution :

Dans l'alimentation en eau potable ; on distingue deux principaux systèmes de distributions :

- 1) Système à réservoir de tête.
- 2) Système à contre réservoir ou à injection directe.

Vu à la configuration du terrain de site, nous avons opté dans notre étude pour le système à réservoir de tête.

### V.4 Choix du type de matériaux :

Dans le but de bon choix de type de matériau ; on prend en compte les paramètres suivantes :

- 1) Le diamètre.
- 2) La pression du service à supportées par le matériau.
- 3) Les conditions de pose.
- 4) Le prix.
- 5) La durée de vie de matériau.
- 6) La disponibilité de ce dernier sur le marché.

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

### V.5 Description de système de canalisation utilisé :

Afin de choisir un matériau il faut tenir compte de ses propriétés et avantages. Dans notre cas on a choisi les conduites **polyéthylène haute densité (PEHD)**, car il présente les avantages suivants:

- Durée de vie de plus de 50 ans.
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible).
- Facile à poser (flexible).
- Permet des rayons de courbures inférieurs aux autres matériaux.
- Bonne étanchéité au niveau des branchements grâce aux processus de raccordement.
- Résiste à l'entartrage.
- Se raccorde facilement aux réseaux existants (fonte, acier...).
- Peu sensible aux mouvements de terrain.
- Légèreté, facilité de transport et de stockage.
- Large gamme des diamètres.
- Supporte les fortes variations de pression.

### V.6 Calcul hydraulique du réseau maillé :

Les conduites devront transiter les eaux avec plus fort débit instantané l'heure de pointe ainsi l'heure pour laquelle la consommation est minimale. Le dimensionnement et la détermination des débits dans un réseau maillé s'effectuent de la manière suivante, tout à bord nous déterminant :

- 1) Les débits de route pendant les heures considérées.
- 2) Le débit spécifique en considérant les débits de route.
- 3) Les débits supposés concentrés aux nœuds.

Et nous avons comme donné la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.

#### V.6.1 Condition sur les vitesses et les pressions :

Le calcul hydraulique des canalisations se fait avec le débit de pointe.

##### V.6.1.1 Vitesse

La vitesse de l'eau dans les conditions de distribution normales varie de 0.5 à 2.5 m/s

- Les vitesses inférieures à 0.5 m/s favorisent les dépôts solides dans les canalisations et qui parfois, posent des problèmes d'entartrage et des difficultés pour les évacuer.
- Les vitesses supérieures à 2.5 m/s permettent d'envisager des augmentations de consommation sans que l'utilisateur n'en souffre trop

##### V.6.1.2 Pression

Le réseau de distribution doit satisfaire les conditions de pression suivantes :

- Une charge de 10 m doit être prévue sur les orifices de puisage les plus élevés
- En vue de la bonne tenue de la canalisation et des joints, il faut éviter des pressions supérieures à 60 m qui risquent d'apporter des désordres (fuites) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures des abonnés.

#### V.6.2 Calcul du réseau de distribution

L'objectif du calcul d'un réseau de distribution est la détermination des paramètres géométriques et hydrauliques des canalisations formant le réseau de distribution c'est-à-dire le diamètre  $D$  (m), le gradient de la perte de charge  $J$ , la vitesse de l'écoulement  $v$  (m/s) en fonction d'une répartition arbitraire des débits  $Q$  (m<sup>3</sup>/s) puis la vérification de la pression au sol au niveau de chaque nœud.

Ce calcul ne peut se faire qu'après avoir évalué les différents débits susceptibles d'être évacué par chaque tronçon et cela après avoir estimé les différents besoins en eau de l'agglomération urbaine (population, industrie, équipements, etc...).

### V.6.3 Principe de calcul d'un réseau maillé par la méthode de Hardy-Cros

Dans un réseau maillé, le sens de circulation de l'eau dans une canalisation ne peut être déterminé avec exactitude du premier coup. La répartition des débits dans les canalisations ne peut être évaluée que d'après des hypothèses, en tenant compte du fait que, pour assurer une circulation normale, il doit y avoir égalité des pressions au point de rencontre de deux courants.

Le calcul d'un réseau maillé est assuré par l'utilisation de la méthode de Hardy-cross basée sur des approximations successives et qui repose sur deux lois, la loi des mailles et la loi des nœuds.

#### V.6.3.1 Loi des nœuds

Pour chaque nœud, la somme des débits qui y entrent est égale à la somme des débits qui en sortent.

$$\sum Q_{\text{Entrent}} = \sum Q_{\text{Sortent}} \quad (\text{V.1})$$

#### V.6.3.2 Loi des mailles ou loi de la conservation de la charge

Le long d'un parcours fermé et orienté, la somme algébrique des pertes de charge est nulle. Pour chaque maille, on se fixera une répartition arbitraire des débits ainsi qu'un sens d'écoulement, tout en respectant la première loi.

$$\text{Le long d'un contour fermé et orienté : } \sum \Delta H_{t,i} = 0 \quad (\text{V.2})$$

$\Delta H_t$  étant la perte de charge totale le long d'un tronçon i (m).

### V.7 Dimensionnement du nouveau réseau projeté :

#### V.7.1 Débit route :

Il est défini comme étant le débit de consommation reparté uniformément le long d'un tronçon du réseau, puisque nous ne connaissons pas la loi de consommation des habitants le long d'un tronçon quelconque. Ce débit sera calculé par la relation suivante :

$$\sum Q_r = Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc}} \quad (\text{V.3})$$

Avec :  $\sum Q_r$  : somme des débits route (l/s)

$Q_{\text{cons}}$  : débit consommé

$\sum Q_{\text{conc}}$  : somme des débits concentrés (l/s)

Tel que :  $\sum Q_{\text{conc}} = 0$  (l/s)

Alors  $\sum Q_r = Q_{\text{pte}}$  avec  $Q_{\text{pte}}$  = débit de pointe

D'après le tableau III.16 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h :

$$Q_{\text{max h}} = Q_{\text{pte}} = 2199,84 \text{ m}^3/\text{h} = 611,07 \text{ l/s}$$

#### V.7.2 Débit spécifique :

Etant donné que les habitudes des habitants sont mal connues, nous pouvons prendre comme hypothèse que les tronçons distribuent le débit en route par mètre linéaire. Par conséquent, ce débit spécifique sera défini comme étant le rapport entre le débit route et la somme des longueurs de tous les tronçons assurant le service en route.

$$q_{\text{spe}} = \sum Q_{r,i} / \sum L_i \quad (\text{V.4})$$

$q_{\text{spe}}$  : débit spécifique (l/s/m)

$\sum L_i$  : somme des longueurs des tronçons du réseau assurant le service en route (m)

Alors :

$$Q_{\text{spe}} = 611,07 / 48040,21 = 0,0127199 \text{ l/s/m.}$$

### V.7.3 Les logiciels utilisés :

- ✓ **AUTOCAD 2008** : C'est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur, il est utilisé pour la construction d'un plan (2D ou 3D), il permet de créer plus facilement des plans et des schémas techniques afin de faciliter sa présentation. Ces performances permettent de développer et d'appréhender la gestion de projets.
- ✓ **COVADIS 10.1** : C'est un applicatif d'Auto CAD. En matière de DAO Il est destiné à plusieurs tâches :
  - Il permet d'automatiser la création des plans topographiques à partir de la codification des éléments levés sur le terrain à la base graphique Auto CAD.
  - Il permet également de réaliser l'étude hydraulique d'un site à partir du MNT (analyse des pentes, lignes d'écoulement, détection et assemblage des bassins versants, etc.).
  - Il permet de dessiner, d'habiller et d'optimiser tous types de réseaux divers, mais également de produire rapidement les quantitatifs, métrés et bordereaux associés à votre projet.
  - Il permet de concevoir, de dimensionner et de dessiner des réseaux EU et EP (réseaux busés et fossés) en respectant les normes en vigueur, et en exploitant une bibliothèque métier complète et évolutive (ouvrages, éléments du réseau).
  - Il optimise la conception de projets de voiries complexes et de projets routiers grâce à son module de conception longitudinale. Ses profils types s'adaptent automatiquement aux différentes contraintes du projet.
- ✓ **EPANET 2** : C'est un logiciel servant à l'analyse de systèmes de distribution d'eau potable.

Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites). On sait qu'un réseau est un composé de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. Il peut calculer différentes variables comme la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs, le débit dans chaque tronçon.

  - Le logiciel Epanet permet une analyse hydraulique de réseau à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse de systèmes de distribution. Il offre aussi une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer un réseau.
- ✓ **EPACAD 1.0**: C'est un logiciel qui permet de convertir des fichiers Autocad contenant des canaux dans des fichiers qui peuvent être ouverts avec EPANET.

### V.7.4 Calcul de débits :

#### A - Cas de pointe :

La détermination des débits de route et des débits nodaux pour le long terme les résultats de calculs sont présentés dans **Annexe V**

$$\text{Alors ; } \sum Q_{\text{Nodaux}} = Q_{\text{max h}} = 611,07 \text{ l/s}$$

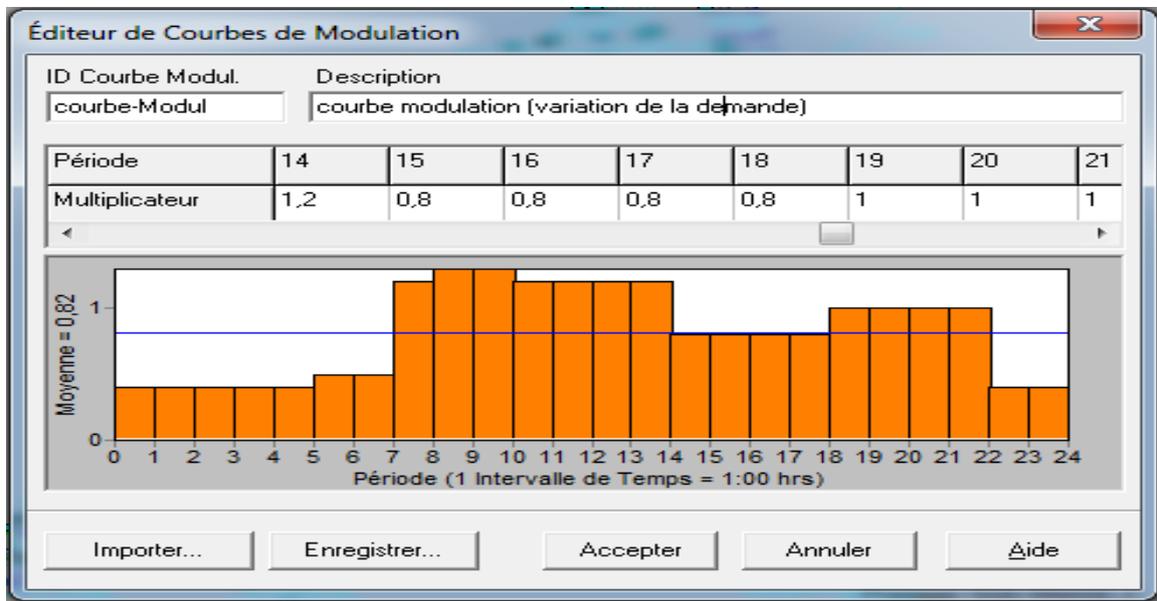


Figure V.3 Histogramme de modulation aux nœuds

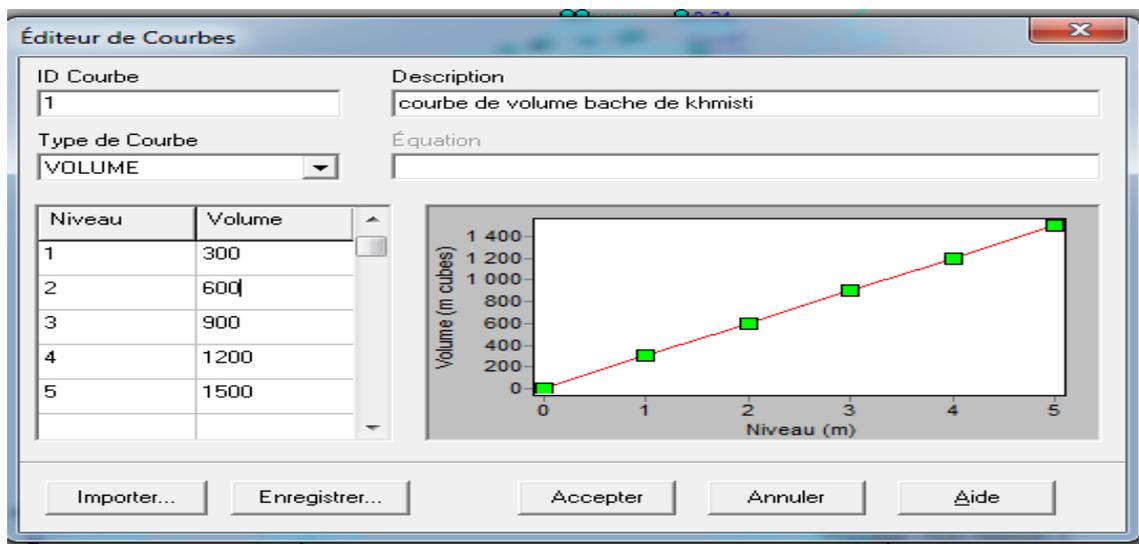


Figure V.4 : Courbe volume des réservoirs

La figure (V.4) présente la variation de la courbe de volume des réservoirs en fonction leur niveau pour trouvée le volume du réservoir convient aux besoins en eau.

#### B - Cas de pointe plus incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par les réservoirs est (17 l/s) se trouve au point défavorable qui est dans notre cas le nœud 355 avec une cote de terrain de 78,771 m.

On détermination des débits de route et des débits nodaux avec la même manière dans le cas de pointe plus incendie (**Annexe VI**)

### V.7.5 La répartition arbitraire et le dimensionnement du réseau :

La répartition première est faite arbitrairement. Les valeurs des débits sont mentionnées dans l'Annexe VII, selon le cas d'alimentation en respectant la loi des nœuds. Tel que pour chaque nœud :

$$\sum Q_{\text{entrant}} = \sum Q_{\text{sortant}}$$

Le dimensionnement se fait par la détermination du débit maximum qui peut passer à travers un tronçon dans le cas de pointe et pointe plus incendie. On utilise la méthode de variation des diamètres en fonction des vitesses acceptable. Pour la détermination des diamètres de chaque tronçon en fonction des débits et vitesses limites des conduites en PEHD.

Les résultats de la répartition et le dimensionnement sont détaillés dans l'annexe VII.

#### Remarque

Les diamètres déterminés donnés sont les diamètres internes des conduites en PEHD pour la simulation sur le logiciel « Epanet ».

Les signes moins (-) des débits signifier le sens inverse de l'écoulement.

### V.7.6 Détermination des paramètres hydrauliques du réseau projeté :

#### V.7.6.1 Cas de pointe :

Les résultats de la simulation sont présentés dans les annexes (Annexe VIII et Annexe IX)

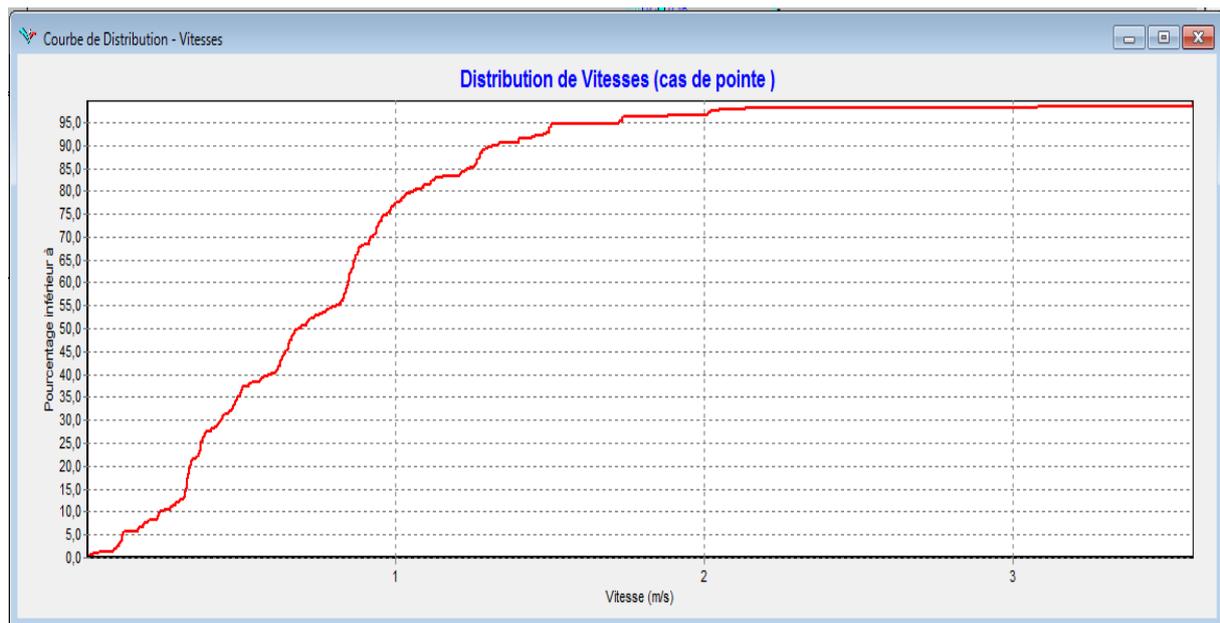


Figure V.5 : courbe distribution de vitesse en cas de pointe

Les vitesses données après la simulation sont acceptables, donc notre réseau répond à la demande des abonnés durant la période de pointe.

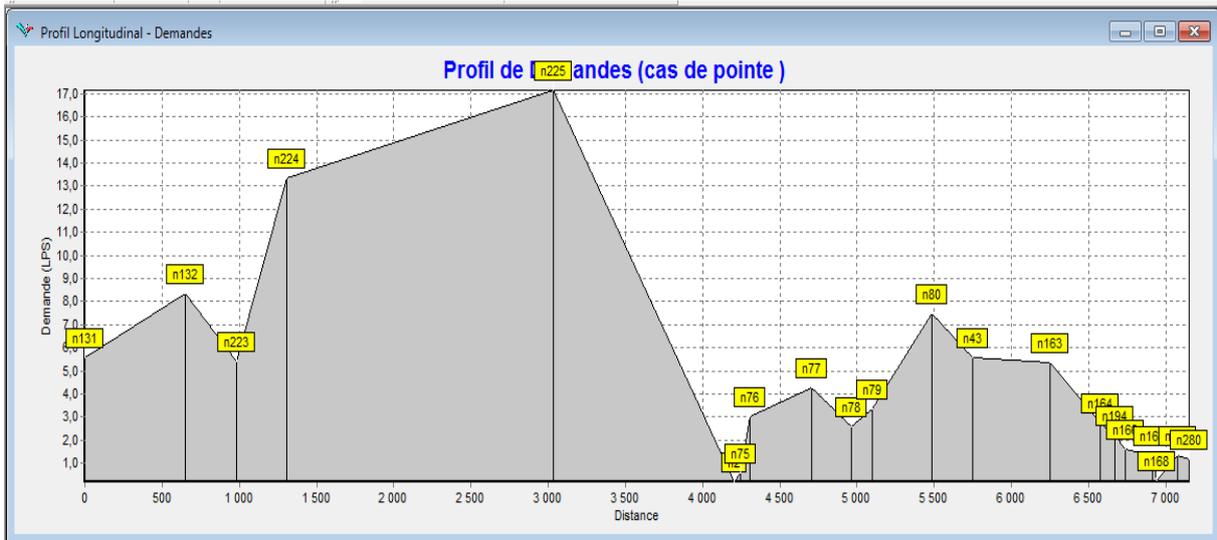


Figure V.6 : profil longitudinal de demande en cas de pointe

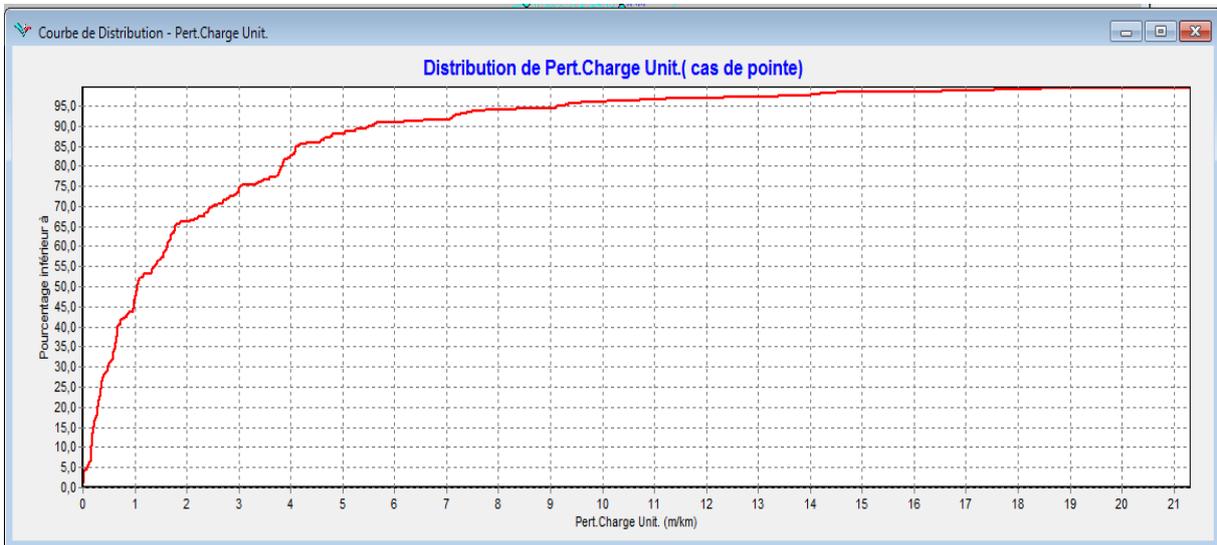


Figure V.7 : courbe distribution de perte charge en cas de pointe.

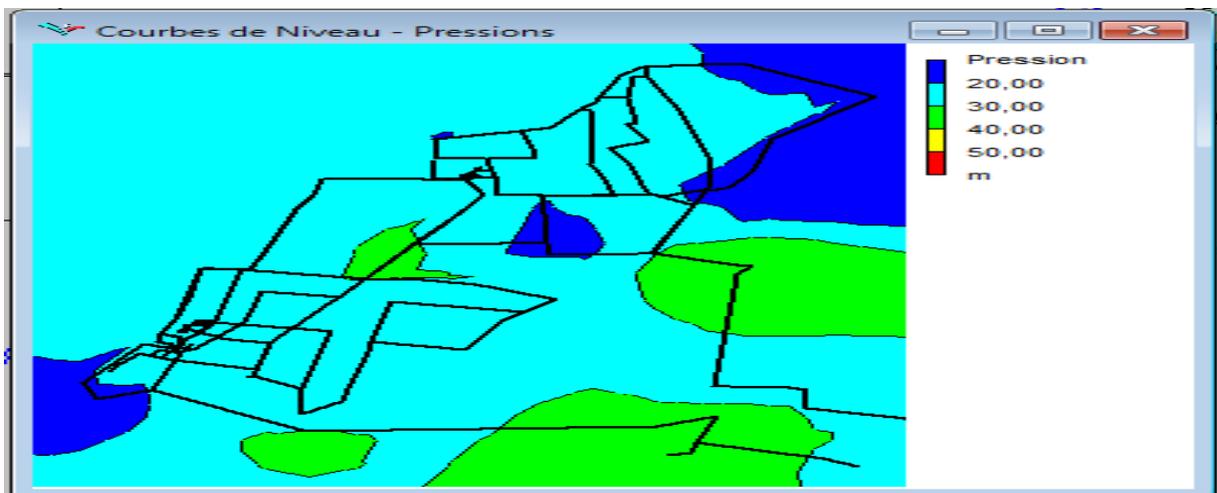


Figure V.8: courbe de niveau - pressions en cas de pointe

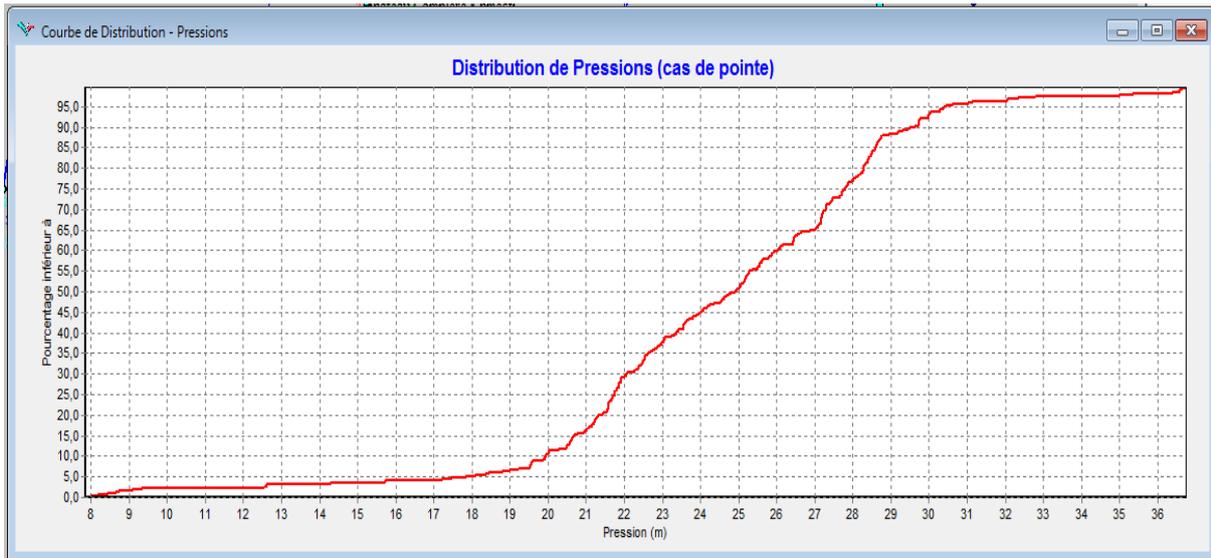


Figure V.9: courbe de distribution de pression en cas de pointe

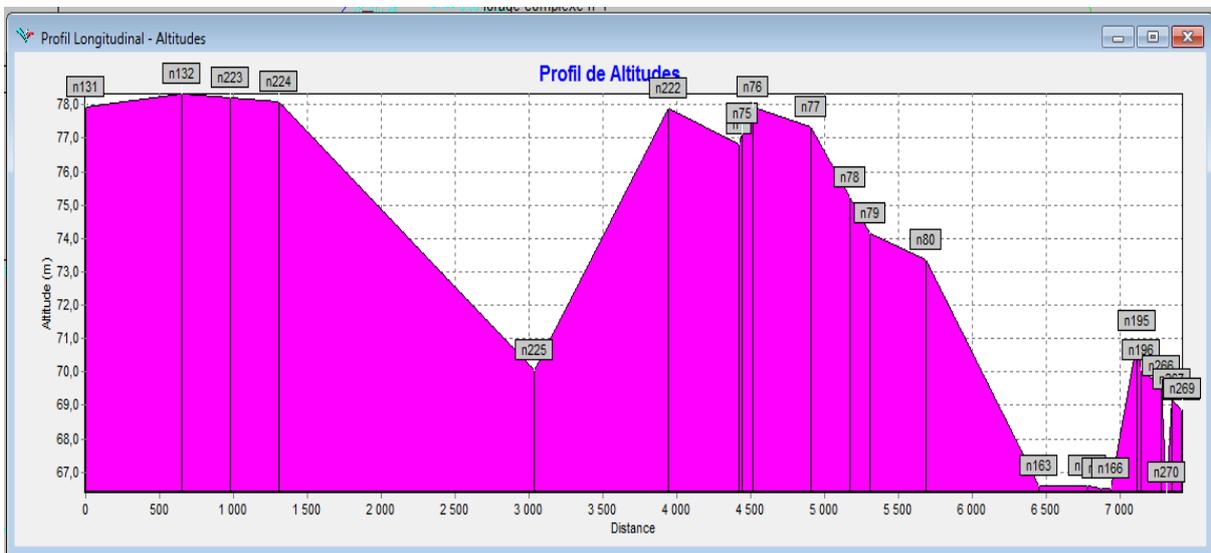


Figure V.10 : profil longitudinal d'altitude en cas de pointe.

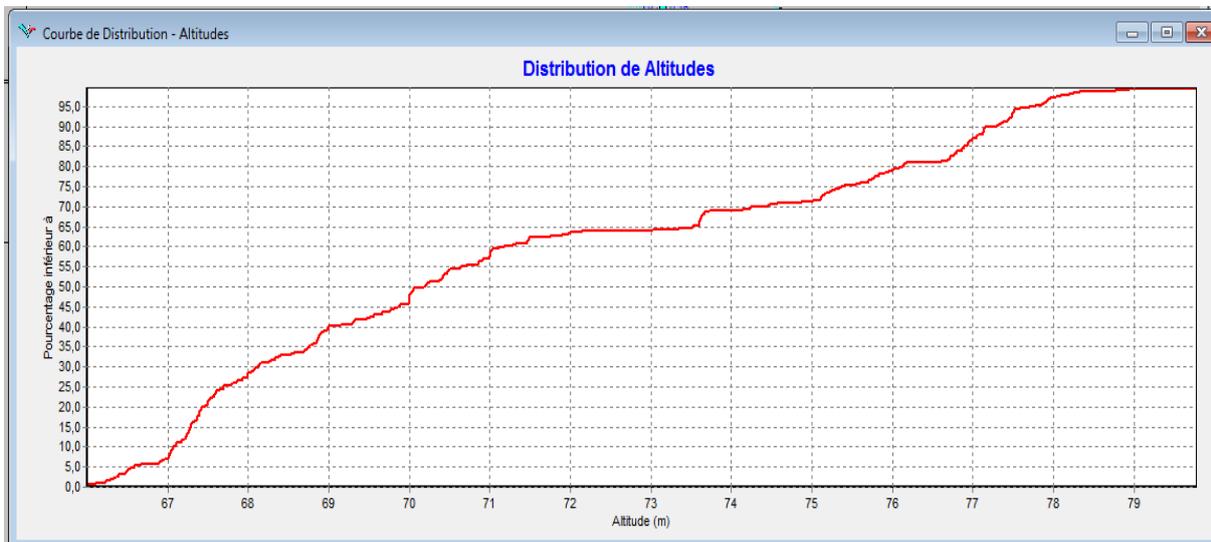


Figure V.11 : courbe de distribution d'altitude

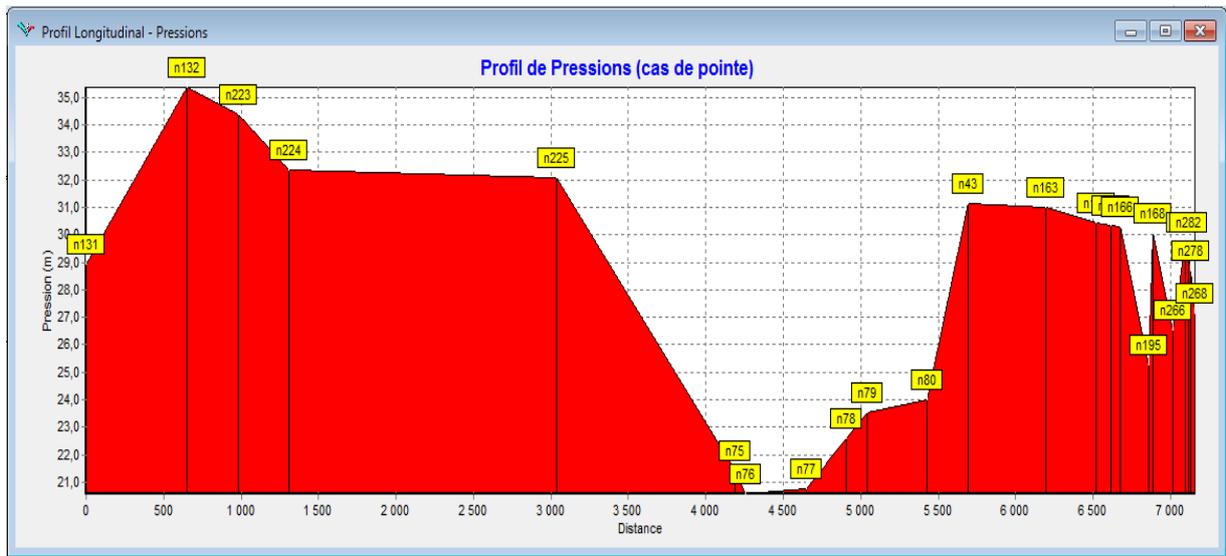


Figure V.12 : profil longitudinal de pression en cas de pointe

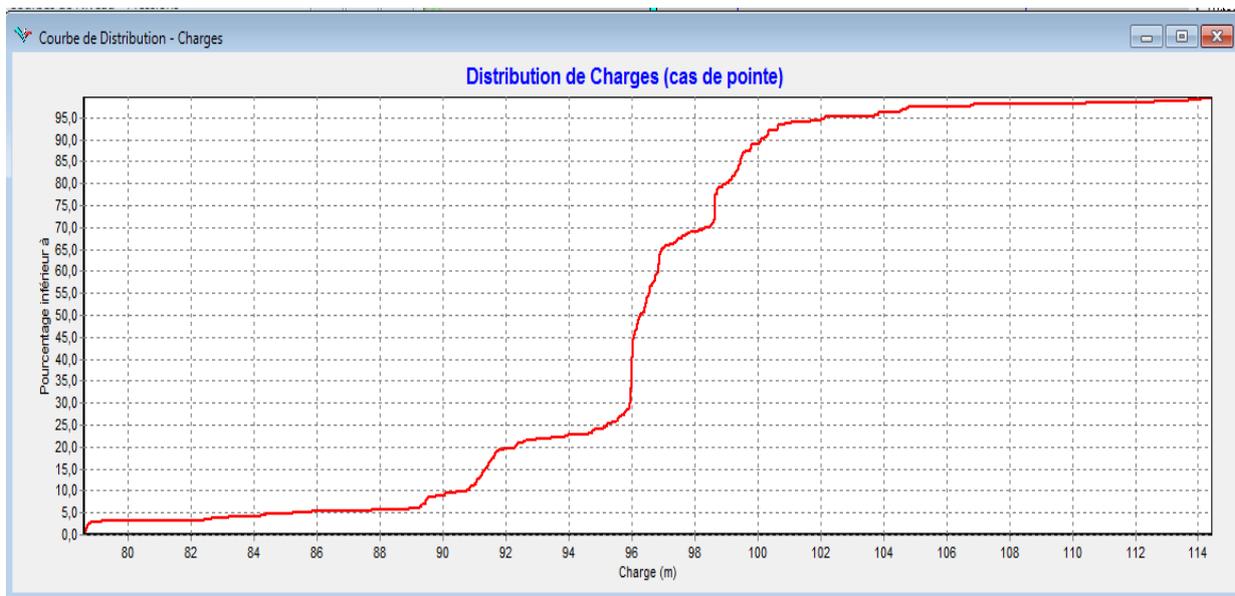


Figure V.13 : courbe de distribution de charge en cas de pointe

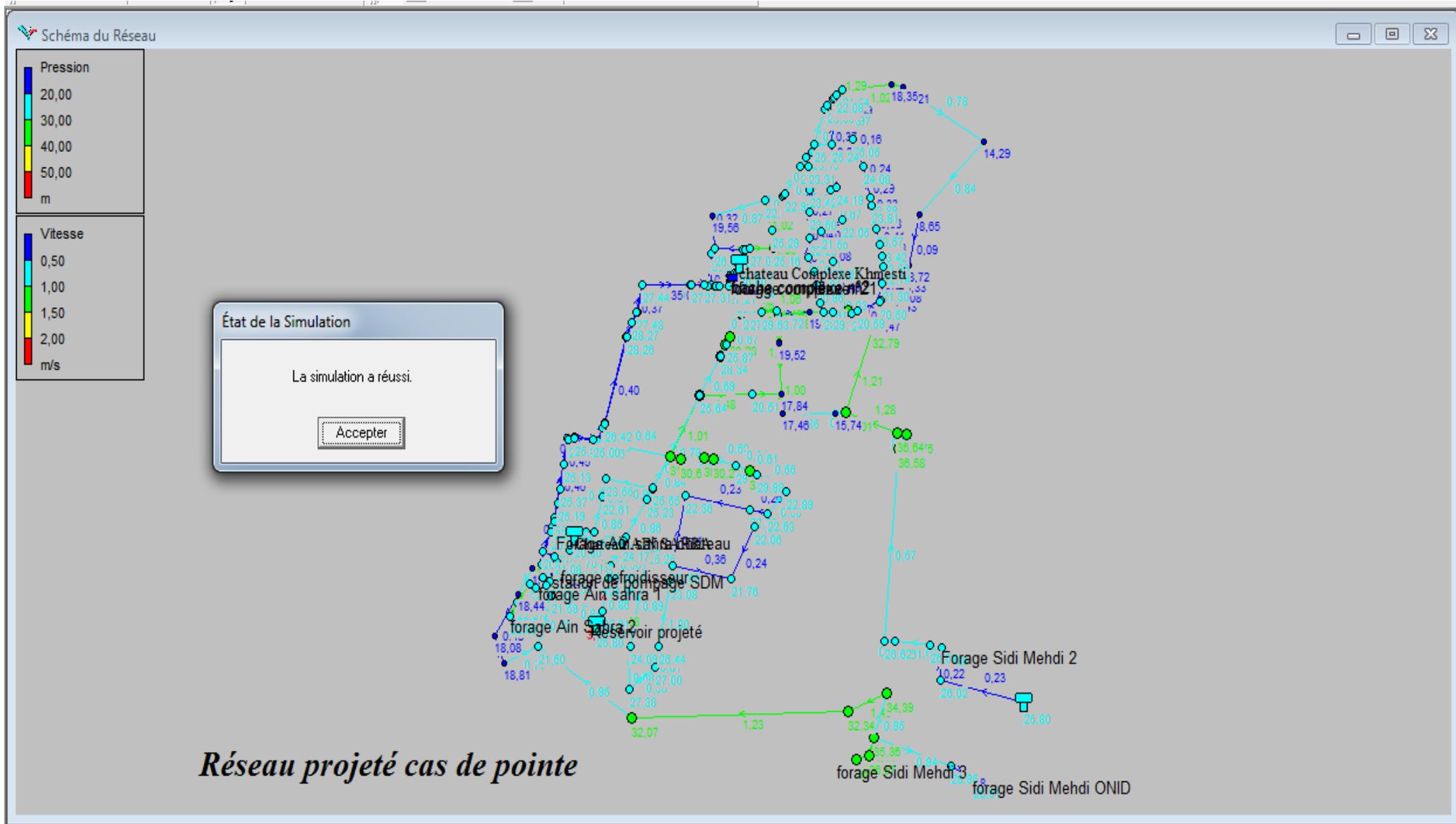
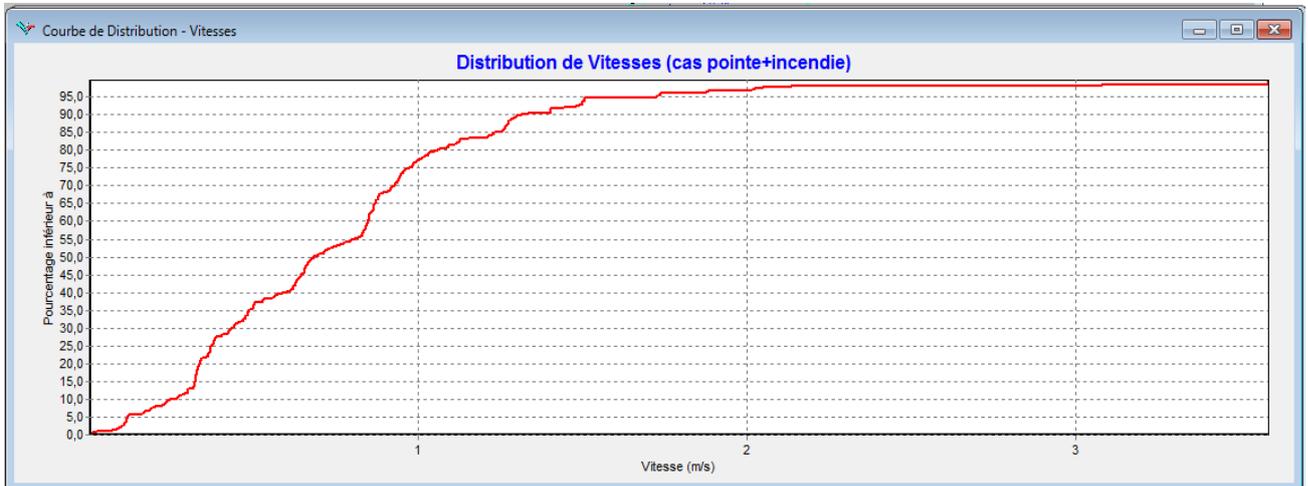


Figure V.14: résultats de la simulation en cas de pointe.

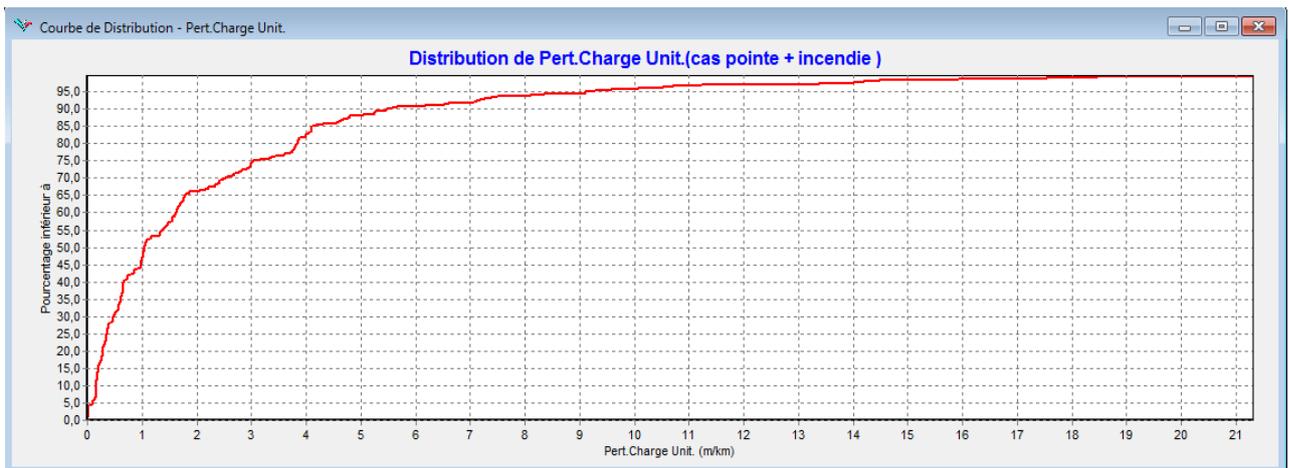
➤ **Cas de pointe plus incendie :**

On doit s'assurer que le réseau est capable de faire face à un incendie, donc qu'un débit de 17 l/s peut arriver au point défavorable qui est le point 355 de cote 78,771 m sans une forte chute de pression.

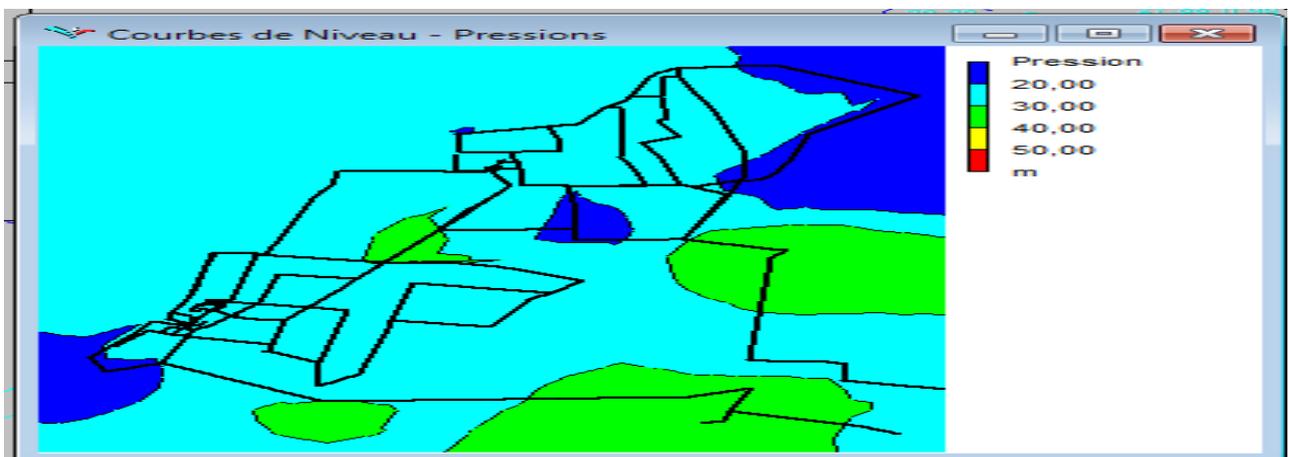
Le résultat de la simulation du réseau projeté en cas de pointe plus incendie est présent dans les annexes (**Annexe X** et **Annexe XI**)



**Figure V.15:** courbe de distribution de vitesse en cas de pointe plus incendie



**Figure V.16 :** courbe de distribution de perte de charge en cas de pointe plus incendie



**Figure V.17:** courbe de niveau - pressions en cas de pointe plus incendie

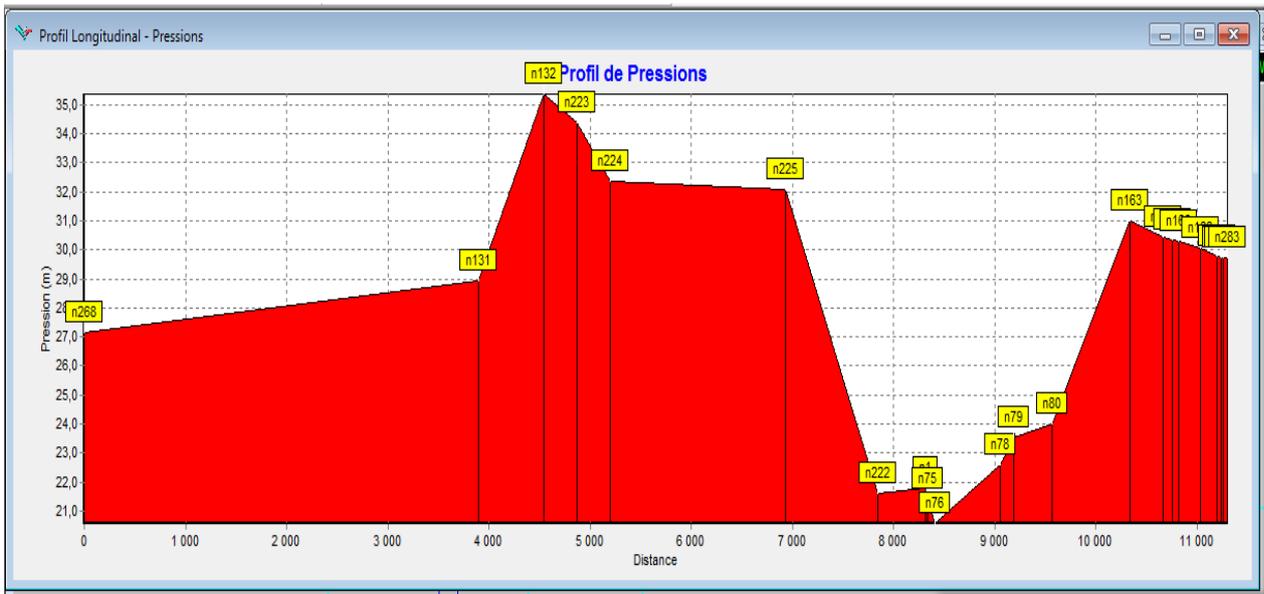


Figure V.18: profil longitudinal de pression en cas de pointe plus incendie

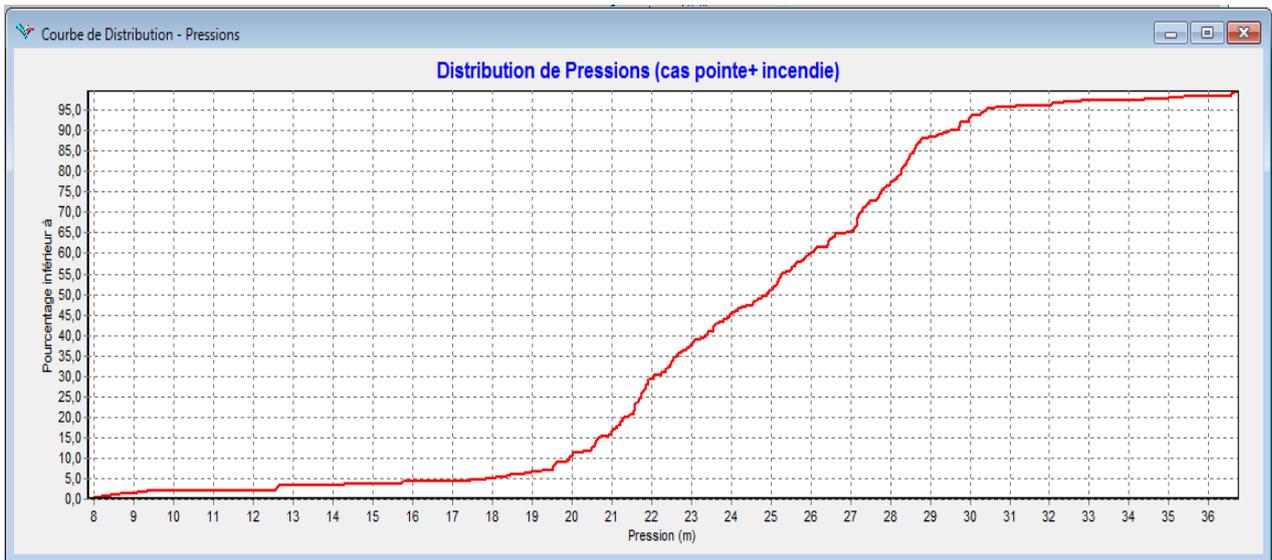


Figure V.19 : courbe de distribution de pression en cas de pointe plus incendie

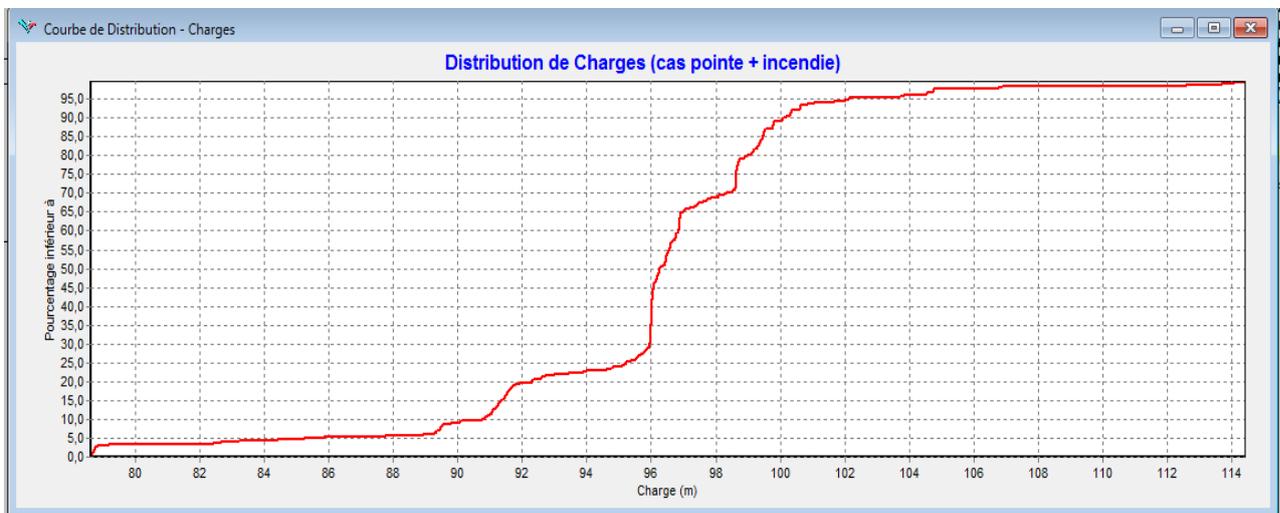


Figure V.20 : courbe de distribution de charge en cas de pointe plus incendie

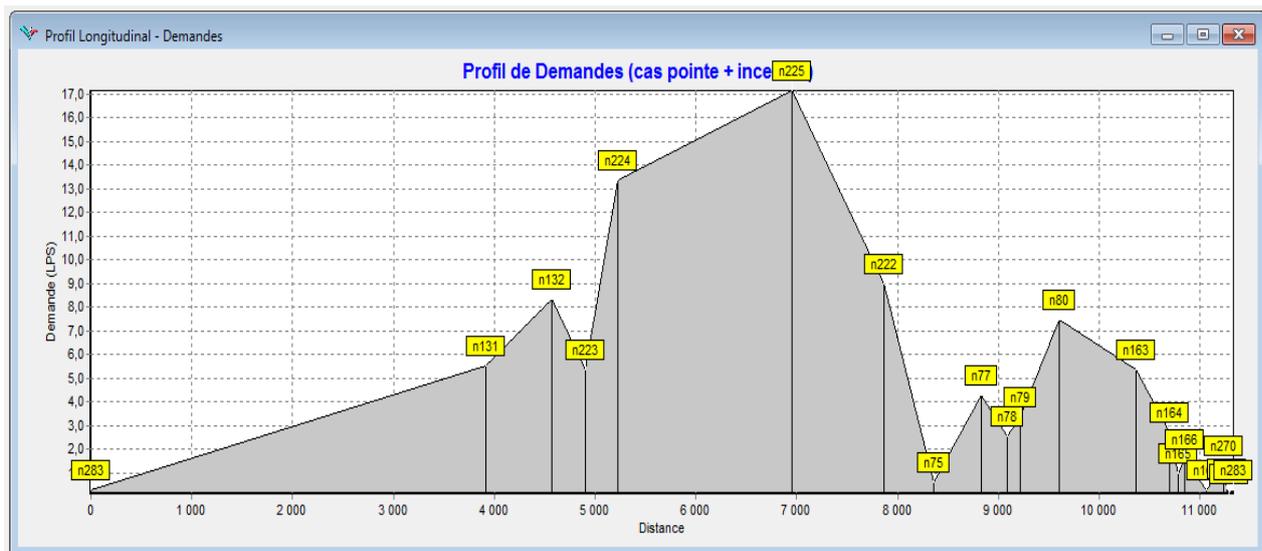


Figure V.21 : profil longitudinal de demande en cas de pointe plus incendie

### Interprétation des résultats :

Les résultats des tableaux (Annexe VIII, Annexe IX, Annexe X et Annexe XI) montrent que les pressions sont bien réparties dans le réseau, est sont acceptables. Leurs valeurs varient entre 10 et 60 m.c.e ce qui permet d'assurer une meilleure alimentation de notre ville en heures de pointe

La simulation montre que la majorité des vitesses sont acceptable entre 0,5 m/s et 2,5 m/s, chose qui permet le bon fonctionnement du réseau et aussi d'éviter les problèmes d'entartrage ou de corrosion

On constate un pourcentage de 97 % de vitesses variant entre 0,5 et 2 m/s.

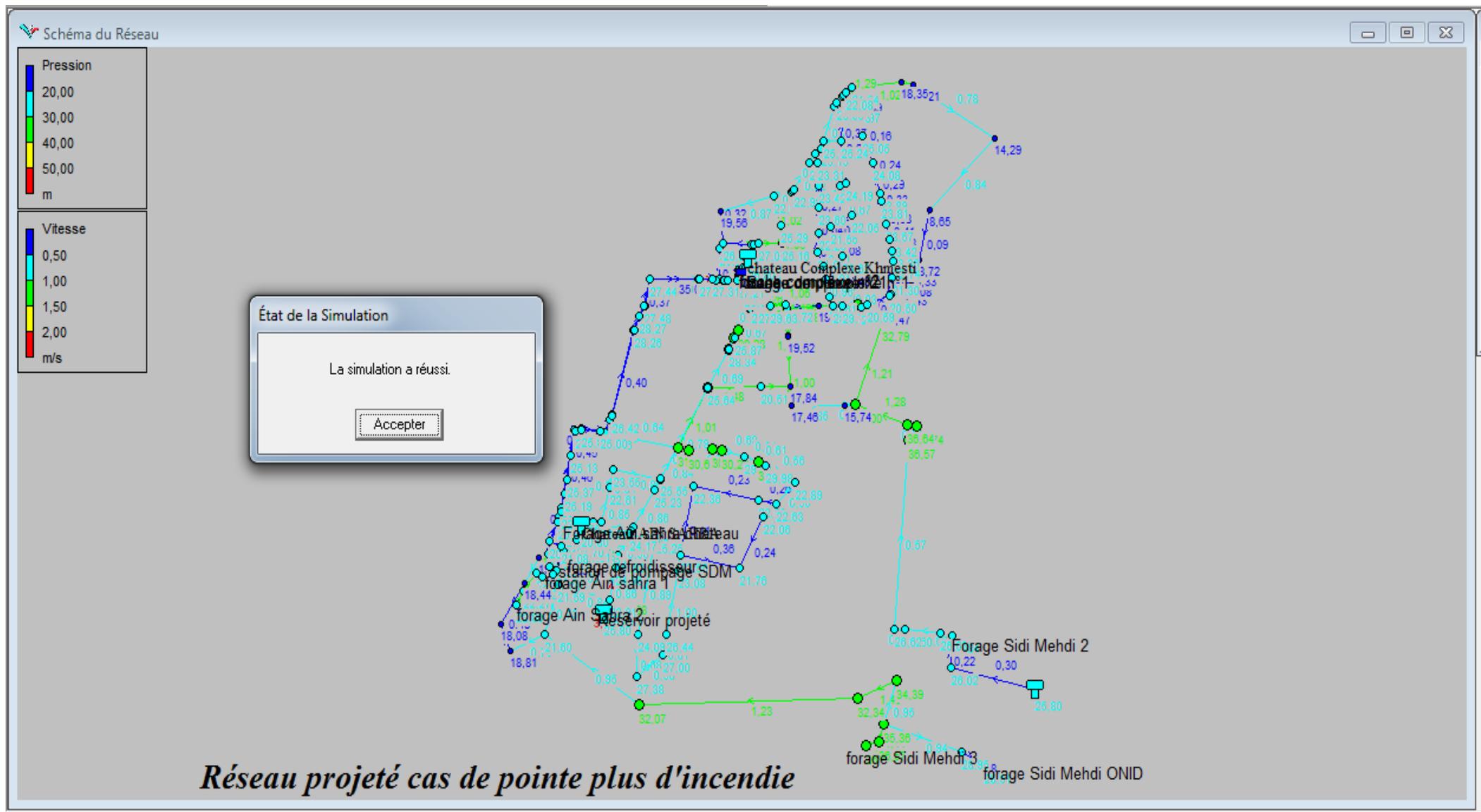


Figure V.22: Résultats de la simulation en cas de pointe plus d'incendie

## V.9 Conclusion

L'utilisation du logiciel informatique (EPANET, AutoCAD, Covadis) dans le calcul des réseaux d'AEP à certainement changer la qualité des résultats qui se basaient auparavant sur les applications numériques de diverses formules de calcul.

Les résultats de la simulation du réseau de distribution projeté sont satisfaisants, que ce soit en cas de pointe ou de pointe plus incendie.

Du point de vue pression, en heure de pointe les pressions sont acceptables en tout point du réseau, ainsi les vitesses sont acceptables, pour le cas de pointe plus incendie le réseau arrive à fournir le débit d'incendie sans influencer l'alimentation des consommateurs.

Donc nous sommes arrivés à satisfaire la demande des habitants de la commune de Nezla, qui sont en développement continu, pour le long terme.

# *Chapitre VI*

## *Pose de canalisation et Accessoires du réseau*

## ***Pose de canalisation et Accessoires du réseau***

### **VI.1 Introduction**

La pose de canalisation joue un rôle très important dans leur stabilisation, et leur durabilité, et par conséquent dans la durée de vie du réseau et son bon fonctionnement.

Ainsi que dans ce chapitre, nous allons présenter quelques accessoires complétant l'ossature et la conception d'un nouveau réseau de distribution projeté pour l'agglomération. Un réseau sans accessoires ne pourra jamais fonctionner à son bon rendement maximum notamment quand il est vétuste. C'est dans ce sens que les pièces et les appareils accessoires sont nécessairement utiles notamment pour mieux gérer un système d'alimentation en eau potable en général.

### **VI.2 Pose de canalisations :**

Les canalisations sont généralement posées en tranchée à l'exception de certains cas où elles sont posées sur sol à condition d'être rigoureusement entretenues et protégées.

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même, par contre le mode de pose est variable d'un terrain à l'autre ceci dans le fait de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation. En principe pour permettre un écoulement naturel des eaux d'infiltration, la pose de canalisation s'effectue à partir des points hauts. Si la canalisation est posée en tranchée, celle-ci doit être suffisamment large (minimum 60 cm), de façon à permettre l'accès aux ouvriers pour effectuer le travail. Au niveau des joints, la tranchée devra présenter un élargissement plus important.

### **VI.3 Choix et type de pose de canalisation pour l'agglomération :**

Afin de répondre au critère de bonne mise en œuvre, il existe plusieurs variantes de pose de conduites :

- la Pose en terre;
- la Pose en mauvais terrains ;
- la Pose en galerie ;
- la Pose en pentes ;
- la Pose des conduites traversées des routes et voies ferrées
- la Pose en immersion (cours d'eau) ;
- la Pose à proximité d'une conduite d'assainissement
- la Passage de ponts.
- la Pose sans tranchée ouverte

Le choix s'effectue en fonction de : la topographie du terrain et sa nature, la disposition des lieux et des différents obstacles qui peuvent être rencontrés. Selon ces facteurs on opte pour les poses suivantes :

#### **VI.3.1 Pose de canalisation en terre :**

Ce choix est justifié par la présence du réseau dans un terrain ordinaire en sa totalité. Dans ce type de pose on procède à l'enfouissement des canalisations dans une tranchée de largeur et profondeur suffisante (détaillé ci-après) avec établissement des niches, et cela va nous permettre de les protéger contre les dégradations extérieures, de conserver la fraîcheur de l'eau et de les mettre à l'abri du gel.

**NB :** tous les tronçons seront posés en terre d'une façon ordinaire sauf quelques-uns, dont on a suggéré les poses citées ci-dessous.

#### **VI.3.2 Pose en mauvais terrains :**

Si la conduite devait être posée en mauvais terrains (terrains marécageux), il pourra être nécessaire pour éviter les affaissements (tassement) qui rompraient la conduite ou désassembleraient les joints ; de couler au fond de la tranchée une dalle en béton armé.

### VI.3.3 Pose en galerie :

La pose des conduites en galerie présente doubles avantages de faciliter leur surveillance et d'éviter les tassements de terrain en cas de fuite, ainsi l'ouverture de chaussée à l'occasion des réparations ou de remplacement. Cette pose est courante dans les villes ou agglomérations disposant déjà des galeries spéciales souterraines (égouts, caniveaux ou galeries spéciales visitables).

Les conduites sont posées sur les consoles en fonte d'aluminium scellées dans les pieds droits pour les petits diamètres, et sur les tasseaux pour les grands diamètres dans les galeries sèches spéciales.

### VI.3.4 Traversée de rivière :

En fonction de la traversée et de l'importance de l'adduction, la pose de conduites à travers un oued demande certains travaux confortatifs. Deux cas peuvent se présenter :

**Premier cas** : l'existence d'une route servira également à supporter la conduite d'adduction.

**Deuxième cas** : si le pont route n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux.

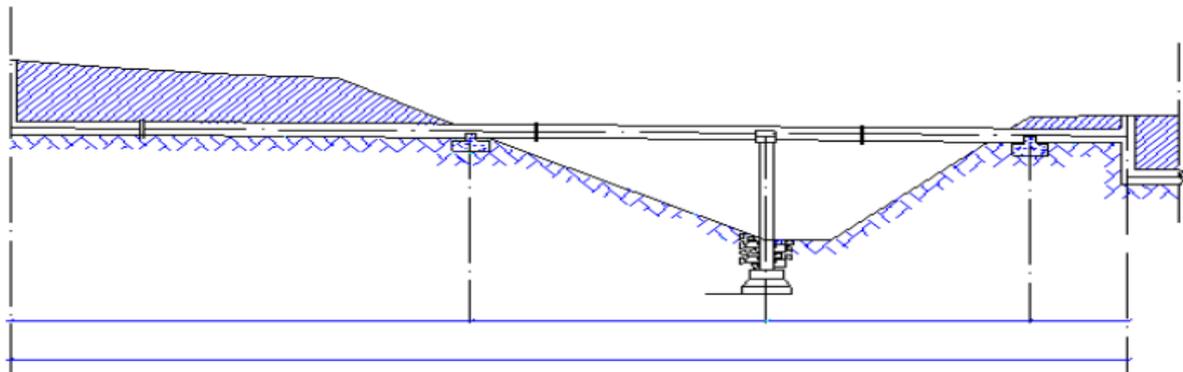


Figure VI.1 : la pose de conduites à travers un oued

### VI.3.5 Pose en pente :

Au-delà d'une certaine pente, les frottements entre canalisations et les terres sont insuffisants pour maintenir la conduite, il convient alors d'équilibrer la composante axiale de gravité par l'utilisation de butées d'encrage ou de joints verrouillés, les deux techniques pouvant être associées.

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

**P** : le poids total eau + conduite.

**P<sub>1</sub>**: composante normale à la pente donnant naissance à une résistance de frottement (conduite – lit).

**P<sub>2</sub>**: force de glissement.

La résistance de frottement naissant sera :  $k P_1$ ,

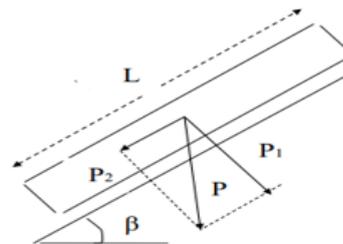
Où ( $k$ ) désigne le coefficient de frottement compris entre 0,2 et 0,3.

Dans le cas d'un glissement, il en résulte une force d'emportement (de glissement) ayant pour valeur :

$$F_g = P_2 - k P_1 \quad (\text{VII.1})$$

Tenant compte de la pente, la force de glissement :

$$F_g = P (\sin \beta - k \cos \beta) \quad (\text{VII.2})$$



Puisque :  $P_1 = P \sin \beta$

$$P_2 = P \cos \beta$$

Le glissement aura lieu si :  $F_g > 0 \rightarrow P_2 - kP_1 > 0$

C'est-à-dire :  $\sin \beta - k \cos \beta > 0$

Dans le cas où la canalisation est posée sans tranchée, l'ancrage de la conduite doit avoir lieu.

• Pour une canalisation sous remblai les ancrages peuvent ne pas être nécessaires (sauf pour  $\beta$  important)

### VI.3.6 Pose à proximité d'une conduite d'assainissement :

Le cas concerne essentiellement, les conduites de distribution qui dans la plupart des cas seront posées dans la même tranchée que les conduites d'assainissement, dans ce cas les tuyaux d'eau potable devront être posés au-dessus d'un mètre minimum des tuyaux d'eau usée.

### VI.3.7 Passage de ponts :

Franchir un pont avec une canalisation constituée d'éléments emboîtés consiste à résoudre :

- Le supportage ;
- L'absorption des dilatations thermiques du pont et celle de la canalisation ;
- L'encrage des éléments soumis aux poussées hydrauliques ;
- La protection contre le gel si nécessaire.

Il existe deux grands principes de poses que l'on choisit en fonction du type d'ouvrage :

- Canalisation fixée sur l'ouvrage ;
- Canalisation indépendante de l'ouvrage

### VI.4 Utilisation des Butées et verrouillage :

Tout système de canalisation véhiculant un fluide sous pression subit d'importantes contraintes : des forces de poussées apparaissent aux changements de direction par exemple.

Pour éviter tout risque de déboîtement, il convient essentiel de rééquilibrer ces efforts, soit en réalisant des massifs de butée en béton, soit en verrouillant le système de canalisations.

#### VI.4.1 L'utilisation de massifs de butées en béton :

Est la technique la plus communément utilisée pour reprendre les efforts de poussée hydraulique d'une canalisation à emboîtement sous pression, différents types de massifs en béton peuvent être conçus selon la configuration de la canalisation, la résistance de la nature de sol, la présence ou non de nappe phréatique. Le massif reprend les efforts dus à une poussée hydraulique soit par :

- Frottement sur le sol (massif poids) ;
- Appui sur le terrain en place (massif butée).

En pratique, les massifs en béton sont calculés en tenant compte des forces de frottement et de la résistance d'appui sur le terrain.

#### VI.4.2 Verrouillage :

Le verrouillage des joints à emboîtement est une technique alternative aux massifs en béton pour reprendre les efforts de poussées hydrauliques. Elle est essentiellement employée lorsqu'il existe des contraintes d'encombrement.

- Butée sur coude horizontale
- Butée sur un branchement
- Butée sur un coude vertical

**NB :** pour notre cas on opte pour le verrouillage sur tout le réseau mise à part au niveau des deux coudes et du piquage, ou l'on prévoit des butées en béton.

## VI.5 Les différents travaux de mises en place des canalisations

### VI.5.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

#### VI.5.1.1 Matérialisation :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50 m. 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 déterminées.

#### VI.5.1.2 Nivellement :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul, on détermine la hauteur de chaque point ainsi la profondeur de tranchée en point.

### VI.5.2 Excavation des tranchées :

Cette opération se divise en deux étapes :

#### VI.5.2.1 Enlèvement de la couche végétale :

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un dozer

#### VI.5.2.2 Réalisation des fouilles :

La réalisation de la tranchée et le remblaiement dépendent des paramètres suivants :

- Environnement ;
- Caractéristiques de la conduite (type de joint et diamètre) ;
- Nature du terrain (avec ou sans eau) ;
- Profondeur de pose.

**NB :** on choisit d'utiliser la pelle hydraulique pour la réalisation des fouilles.

#### VI.5.2.2.1 Largeur de la tranchée :

Elle doit être au minimum 0,60 m pour faciliter les travaux. Elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite, en laissant 0.30 m d'espace de chaque côté de celle-ci.

La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 \times 0,30) \quad (\text{VII.3})$$

Avec : **B** : largeur de la tranchée (m) ;

**D** : diamètre de la conduite (m)

#### VI.5.2.2.2 La profondeur de la tranchée :

La profondeur doit être suffisante. Elle varie de 0,60 m à 1,20 m pour assurer la protection de la conduite contre les variations de la température et le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges.

On peut calculer la profondeur de la tranchée en utilisant la formule suivante :

$$H_{tr} = D + h + e \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

**H** : la profondeur de la tranchée (m);

**h** : Hauteur de la génératrice supérieure de conduite à la surface du sol  
(Elle est variée entre 80 et 120cm.)

**e** : Epaisseur du lit de pose (e = 0,2 m)

#### VI.5.2.2.3 Choix du coefficient du talus (m) :

Pour garder la stabilité du talus de la tranchée durant les travaux de pose des conduites on doit définir ce coefficient qui est en fonction de la profondeur de tranchée et la nature du sol.

**Tableau VI.1:** Choix du coefficient du talus.

Sols		Profondeur de la tranchée	
Jusqu'à 1.5 m		Jusqu'à 3m	
Sable	m=0,5	m=1	
Limon sableux	m=0,25	m=0,67	
Limon argileux	m=0	m=0,5	

Dans notre cas le sol est limon sableux d'où le coefficient de talus  $m = 0,25$

#### VI.5.2.2.4 Section de la tranchée ( $S_{tr}$ ) :

Les sections des tranchées sont en forme rectangulaire dont l'aire est donnée par la formule :  
Avec :

$$S_{tr} = H_{tr} * b \quad (VII.5)$$

$H_{tr}$  : Profondeur total de la tranchée (m).

$b$  : Largeur du fond de la tranchée (m).

#### VI.5.3 Aménagement du lit de sable :

Avant la pose de conduite, nous procédons à la pose d'un lit de sable de 0,15 m à 0,2 m d'épaisseur nivelée suivant les côtes du profil en long. Dans notre cas il sera constitué par le gravier puisque le terrain est de nature ordinaire.

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, comme on a remarqué dans l'état du réseau ancien de notre ville l'absence de ce lit chose qui a causé des cassures. Donc avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée.
- Etablir en suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

#### VI.5.4 Mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol.
- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc.

#### VI.5.5 Epreuve de joints et de la canalisation :

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai (pompe d'épreuve), qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bar.

#### VI.5.6 Remblaiement de la tranchée :

Le remblai une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassé est effectuée manuellement en utilisant la terre des déblais, (tout élément indésirable étant exclu).

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm. Sachant que le remblayage des tranchées comporte en général deux phases principales :

**VI.5.6.1 Le remblai d'enrobage :**

Comprend le lit de pose, l'assise, le remblai de protection. Le remblai directement en contact avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 10cm au-dessus de sa génératrice supérieure, doit être constitué du même matériau que celui de lit de pose.

**VI.5.6.2 Le remblai supérieur :**

L'exécution du remblai supérieur peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, si le maître de l'ouvrage l'autorise. Ceux-ci seront toutefois expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm, des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie et tout élément pouvant porter atteinte à la canalisation.

**NB :** nous utiliserons un chargeur pour le remblayage

**VI.5.7 Nivellement et compactage :**

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

**NB :** nous optons pour un compacteur (vibrateur de sol) pour le compactage

**VI.5.8 Désinfection du réseau :**

Lors de la pose, la terre ou les poussières peuvent être introduites à l'intérieur des conduites, pour éliminer ces corps étrangers, il est indispensable de procéder à un nettoyage et un rinçage du réseau avant de livrer l'eau à la consommation publique.

Les principaux produits susceptibles d'être utilisés comme désinfectants sont :

- Le permanganate de potassium (KMnO<sub>4</sub>) ;
- Hypochlorite de calcium (ClO<sub>2</sub>Ca) ;
- L'hypochlorite de sodium (ClONa ou eau de javel).

Avec un temps de contact qui dépend du produit utilisé et de sa dose introduite ; en fin on procède au rinçage à l'eau claire.

*Tableau VI.2: Produits de désinfection (Doses et temps de contact).*

<b>Désinfectants utilisés</b>	<b>Temps de contact minimum en heures</b>	<b>Dose de désinfectant (mg /l)</b>	<b>Précautions</b>
Eau de Javel	24	90 à150	- Se dégrade rapidement à la lumière. - Neutraliser le chlore avant le rejet pour les grandes quantités
Hypochlorite de calcium	24 – 1,2 – 0,5 – instantané	10 – 50 – 150 – 10.000	- Ne pas utiliser en milieu confiné - Neutraliser le chlore avant le rejet pour les grandes quantités
Permanganate de potassium	24	50	- A préparer au moins 24 heures d'avance - Ne pas rejeté directement dans les eaux de surface (forte coloration)

**Remarque :**

Lorsque le réseau désinfecté a été convenablement rincé à l'eau claire, des prélèvements de contrôle sont faits immédiatement par le laboratoire agréé chargé de la surveillance des eaux, et si les résultats sont défavorables, l'opération est renouvelée dans les mêmes conditions.

## VI.6. Accessoires du réseau de distribution

### VI.6.1. Rôle des accessoires :

Les organes et les accessoires jouent un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du réseau, ils sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement d'eau.
- Protéger les canalisations.
- Changer la direction des conduites.
- Raccordement des conduites.
- Changer le diamètre.
- Soutirer les débits.
- Régulariser les pressions et mesurer les débits.

### VI.6.2. Organes accessoires utilisés dans le réseau :

Les accessoires qui seront mis en place sont :

#### VI.6.2.1. Robinets vannes :

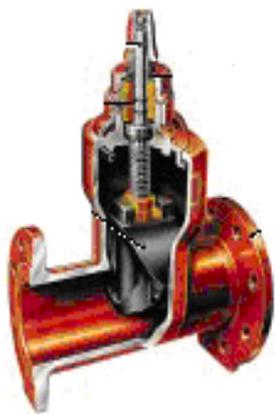
Ce sont des appareils de sectionnement permettant l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. Ils permettent aussi le réglage des débits, leur manœuvre s'effectue :

- manuellement 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).
- électriquement pour des robinets de grande dimension,
- commandes hydrauliques et pneumatiques par vérin ou moteur à air.

On distingue plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés :

##### VI.6.2.1.1. Vanne à coin (à opercule) :

Ce sont des appareils de sectionnement fonctionnant soit en ouverture totale, soit en fermeture totale. La vanne est une sorte de lentille épaisse qui s'abaisse ou s'élève verticalement à l'aide d'une vis tournant dans un écran fixé à la vanne. Les diamètres varient entre 40 à 300 mm



a- robinet vanne à opercule



b- robinet vanne à opercule élastomère

**Figure VI.2** : Robinets vanne à opercule (D'après document Pont-à-Mousson)

**NB** : Ils sont placés au niveau de chaque nœud, (en respectant la règle (n-1) où n est le nombre de conduites aboutissant au nœud.

### VI.6.2.1.2 Vannes papillons :

Ce sont des appareils de réglage de débit et de sectionnement et dont l'encombrement est faible. Il s'agit d'un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation, un disque obturateur appelé papillon. Ce type de robinet permet un arrêt automatique et rapide en cas de rupture de conduite. Les diamètres sont plus importants, ils varient de 100 à 2500 mm parfois plus, cette vanne occasionne une faible perte de charge.



Robinet vanne papillon



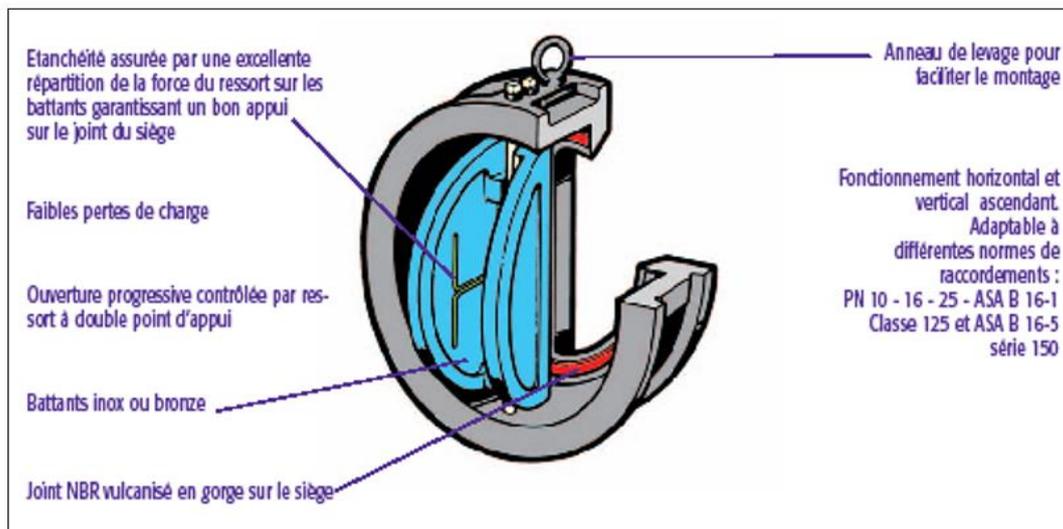
Robinet à papillon de survitesse

**Figure VI.3:** Robinets vanne papillon (D'après document Pont-à-Mousson)

**NB :** Pour notre réseau, on place ce type de robinet au niveau du point de piquage. Pour but de protection du corps et de l'axe de manœuvre grâce à sa bague d'étanchéité assurant l'isolement total avec le fluide transité et la fermeture est automatique. Elle s'obtient sans apport d'énergie extérieure. Elle peut être télécommandée.

### VI.6.2.1.3 Clapets anti retour :

Le clapet anti retour est, en apparence, un appareil simple. Schématiquement, il fonctionne comme une porte. C'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens. On trouve des clapets à double battant, papillon, à contrepoids, tuyère.....etc.



**Figure VI.4:** Clapet à double battant (D'après document Danfoss Socla)

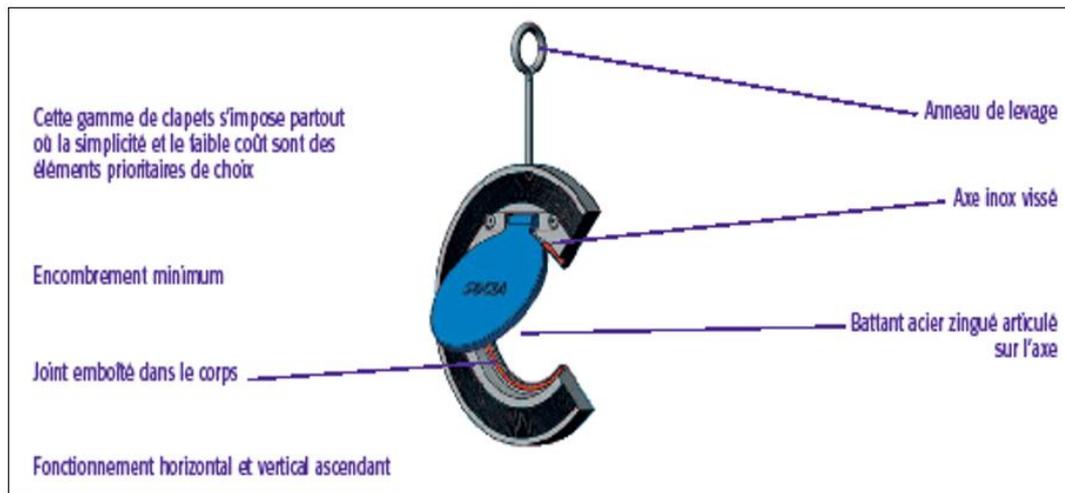


Figure VI.5: Clapet à simple battant (D'après document Danfoss Socla)

**NB :** Dans notre cas, on prévoit l'installation d'un clapet anti retour là où sont installés les compteurs à un seul sens obligeant ainsi l'écoulement dans le sens indiqué par le compteur.

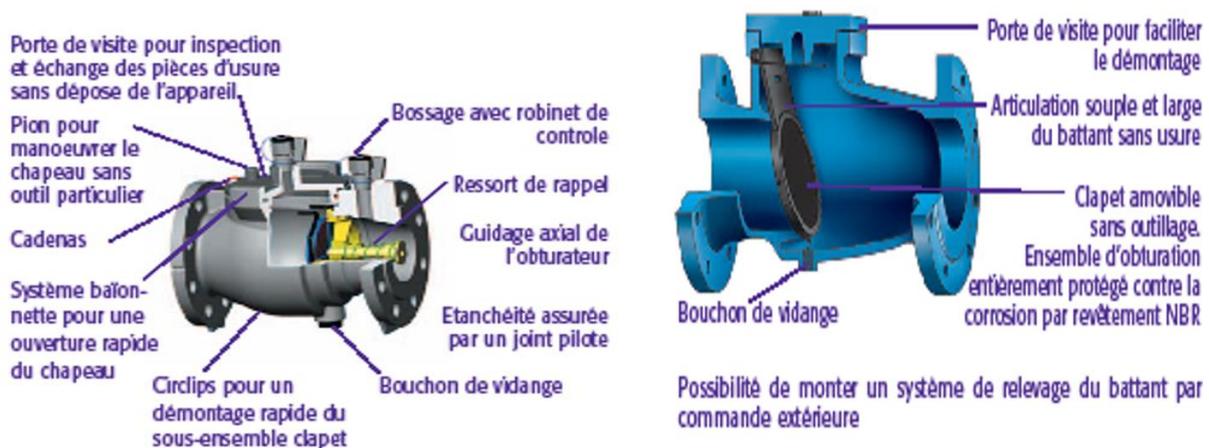


Figure VI.6 : Clapet à simple battant (à brides) (D'après document Danfoss Socla)

**Remarque :** Dans notre cas, on prévoit l'installation d'un clapet anti retour à la sortie de chaque pompe.

#### VI.6.2.1.4. Vannes de décharge :

C'est un robinet disposé au point bas du tracé en vue de la vidange de la conduite. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans un fossé ou en plein air (cas d'une conduite compagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.

**NB :** Dans notre cas on prévoit ces vannes aux points bas des conduites formant les mailles et au niveau des nœuds qui représentent les extrémités aval des ramifications. Pour vidanger, nettoyer et réparer ces dernières.

#### VI.6.2.1.5. Robinets de branchement :

On distingue :

- les robinets d'arrêt qui sont placés à l'aval des points de raccordement des branchements. Leur rôle est d'isoler le particulier du réseau
- Les robinets de prise pour soutirer les débits, ils joueront également le rôle de dégazage.

### VI.6.2.1.6 By-pass :

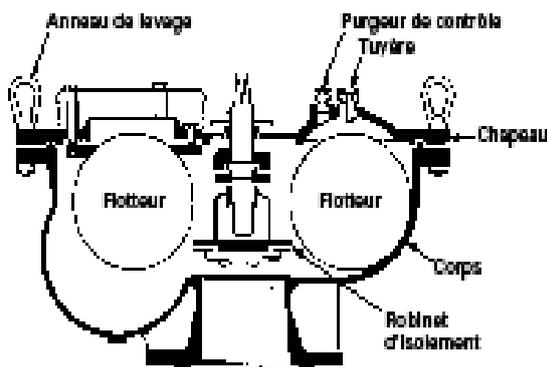
Le by-pass est utilisé pour :

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

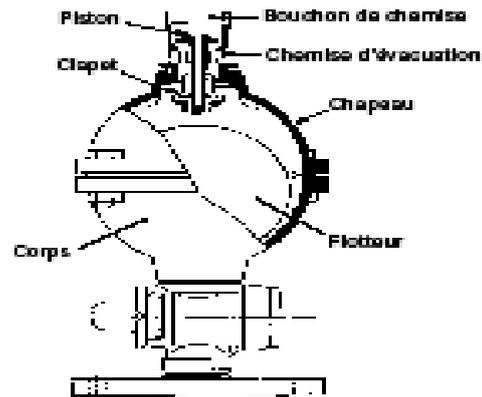
**NB :** Dans notre cas, un by-pass est placé au niveau du point de piquage pour remplir les deux premiers rôles.

### VI.6.2.2. Ventouses :

Ce sont des appareils de dégazage mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air occlus. L'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique.



a- ventouse à trois fonctions



b- ventouse à fonction unique

**Figure VI.7 :** Ventouse (D'après document Pont-à-Mousson)

(a : Purge des poches, entrée rapide d'air, sortie rapide d'air)

(b : évacuation dépoches)

**Remarque :** Dans notre projet, on opte pour les ventouses à trois fonctions

**NB :** Pour le cas d'un réseau de distribution, ils sont remplacés par des robinets de prise, ils ne sont donc pas nécessaires au niveau du réseau de distribution.

### VI.6.2.3. Poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendie sont plus nombreux et rapprochés lorsque les débits d'incendie sont plus élevés. Les poteaux d'incendie doivent comporter au moins deux prises latérales de 65mm de diamètre auxquelles on ajoute une prise frontale de 100 mm si le débit d'incendie dépasse 500 l/min ou si la pression de l'eau est faible. Les poteaux d'incendie doivent être reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement d'au moins 150 mm de diamètres dotés d'une vanne d'isolement. La distance qui sépare deux poteaux d'incendie est de 50m à 200m.



**Figure VI.8:** Bouche d'incendie ou de lavage

**NB :** Dans notre cas, on prévoit l'installation de poteaux d'incendie chaque 200 m, au niveau des conduites véhiculant au minimum un débit 17 l/s sous une pression minimale de 1 bar. On veille à choisir le coté de la rue de façon à minimiser la longueur de leurs branchements à la conduite de distribution.

#### VI.6.2.4. Les raccordements :

Notre réseau est en PEHD, pour ce type de matériau il existe trois types de raccordements :

##### VI.6.2.4.1 Soudure bout à bout

Le soudage bout à bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes et, raccords en PE d'épaisseur identique. Ce procédé consiste à porter à la température  $T = 230^{\circ}\text{C}$  de soudage, par un outil chauffant (miroir), les extrémités des tubes et/ou raccords pendant six minutes.

Après avoir retiré l'outil chauffant, les extrémités plastifiées sont mises en contact et sont maintenues en pression de 50 bars l'une contre l'autre jusqu'à un cycle complet de refroidissement qui est de 43 minutes.

Une bonne soudure bout à bout, reconstitue parfaitement la continuité de la canalisation avec une résistance mécanique identique. Le soudage bout à bout ne peut être effectué qu'à partir du diamètre 90 mm



*Figure VI.9 : Soudage bout à bout.*

##### VI.6.2.4.2 Les raccords électro- soudables :

Les raccords électro soudables sont équipés d'un fil résistant intégré au voisinage de la surface, qui, après assemblage, se trouvera au contact du tube. Des bornes situées à l'extérieur de la zone de soudage permettent le raccordement de cette résistance à une source d'énergie.

Après grattage, nettoyage et positionnement des pièces à raccords, la tension est appliquée aux bornes du raccord et la puissance électrique provoque une fusion de surface des deux pièces à assembler.

##### VI.6.2.4.3 Les raccords mécaniques :

Ces raccords sont soit en matière plastique, soit métallique, ils sont couramment utilisés jusqu'au DN 63 mm et existe à des diamètres supérieurs à 90 mm maximum.

Après coupe, ébavurage et chanfreinage des tubes, le montage s'effectue tout simplement par emboîtement et serrage de raccord.

Il existe donc une gamme de raccords en polyéthylène destinés à :

- La déviation d'une partie d'écoulement.
- L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire ou son soutirage.
- Le changement de diamètre de la conduite.
- Le changement de direction de la conduite.
- L'assemblage des tubes.

Pour notre réseau on aura besoin de :

#### VI.6.2.4.3.1 Les coudes :

Les coudes sont des accessoires utiles surtout pour les réseaux maillés et ramifiés, lorsque la conduite change de direction. Généralement, les coudes sont maintenus par des massifs de butées, convenablement dimensionnés.

On y distingue des coudes à deux emboîtements ou bien à emboîtements et à bout lisse ; les deux types de coude se présentent avec un angle  $\alpha$  de : 1/4 (90°), 1/8(45°), 1/16 (22°30'), 1/32(11°15').

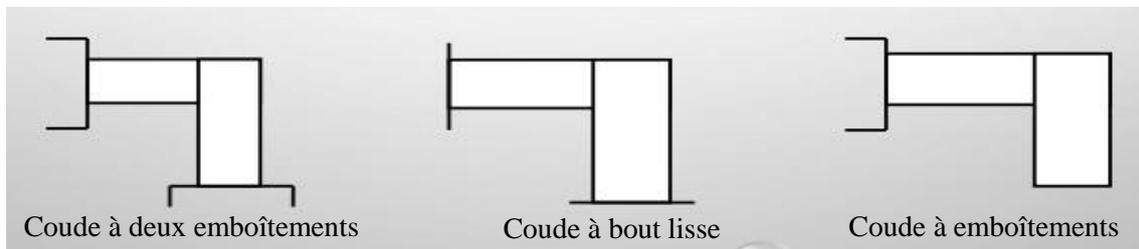


Figure VI.10: Les coudes

#### VI.6.2.4.3.2 Les tés :

Les tés sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire. Ils sont rencontrés au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage. Les tés se présentent soit à trois emboîtements, soit à deux emboîtements et brides.

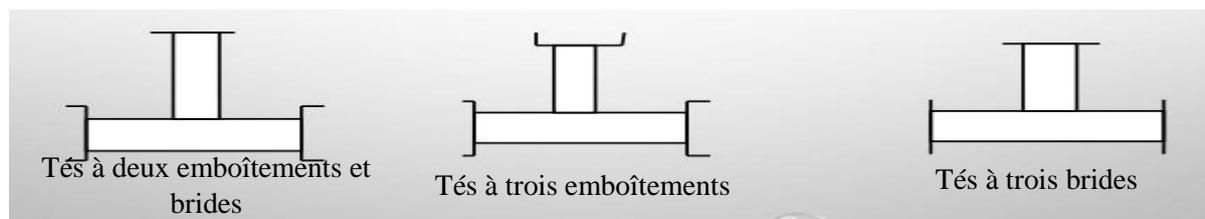


Figure VI.11 : Les tés

#### VI.6.2.4.3.3 Les croix de jonction

Ces pièces sont utilisées pour croiser des canalisations de sens perpendiculaire. Les deux manchons des croix peuvent avoir des diamètres différents. Elles peuvent être à brides complètement ou à manchons et à brides. On les rencontre au niveau du réseau maillé et ramifié.

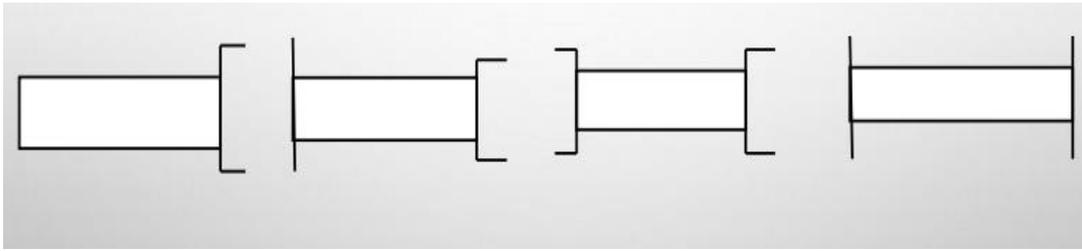


Figure VI.12: Les croix de jonction

#### VI.6.2.4.3.4 les manchons

On a des manchons à bouts lisses des deux extrémités, à deux emboitements, à emboitement et bout lisse, à deux brides, à brides et bout lisse, à emboitement et bride.

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



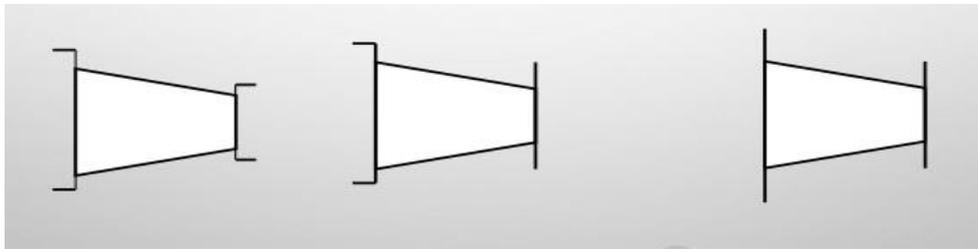
**Figure VI.13 : les manchons**

Ce sont des morceaux de 25 à 50 cm, qui sont utilisés pour le raccordement des accessoires et appareillages.

#### **VI.6.2.4.3.5 Cônes :**

Ils sont utilisés pour relier les conduites de diamètres différents, les accessoires aux conduites. On les rencontre également à l'entrée et à la sortie des pompes. On distingue :

- Des cônes à deux emboitements.
- Des cônes à emboitement et bride.



**Figure VI.14 : Cônes**

#### **VI.6.2.5 Vannes de décharge**

C'est un robinet disposé au point bas du tracé en vue de la vidange de la conduite. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans un fossé ou en plein air (cas d'une conduite compagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.

#### **VI.6.2.6 Moyens anti-bélier**

Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier :

##### **VI.6.2.6.1 Cheminée d'équilibre :**

Elle protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, elle ne peut l'établir économiquement que si la hauteur géométrique est faible. A cause de son encombrement, elle est déconseillée en AEP.

##### **VI.6.2.6.2 Volant d'inertie :**

Couplé au moteur, il constitue un moyen permettant d'allonger le temps d'arrêt du moteur et cela protège les installations contre les dépressions.

##### **VI.6.2.6.3 Soupape de décharge :**

Elle ne lutte que contre les surpressions, elle est munie d'un ressort qui avec le temps devient raide et n'accomplit pas son rôle. La protection des installations contre les surpressions est accompagnée de perte d'eau par éjection en cas de gonflement.

##### **VI.6.2.6.4 Réservoirs d'air :**

Il protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, il est le meilleur remède contre le coup de bélier

### VI.6.2.7 Crépines

La crépine évite l'entrée accidentelle de corps solides dans la pompe, elle est constituée par un cylindre perforé qui refuse le passage à des objets.

Il est à noter qu'une crépine doit toujours être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ 0,5 m du fond du puisard.

#### Remarque :

Dans notre cas, les crépines seront installées sur la conduite de départ (collecteur d'aspiration) à l'intérieur des réservoirs.

### VI.6.2.8 Déversoirs de trop plein

Dans certains cas lorsque le débit d'apport est important, on a intérêt à transformer l'extrémité supérieure de la conduite de trop plein en forme d'entonnoir dimensionné.

## VI.7 Organes de mesure :

### VI.7.1 Mesure de débit :

Le réseau de distribution nécessite l'emplacement des appareils de mesure de débit, qui seront installés en des points adéquats, et servent à l'évaluation du rendement du réseau de distribution et le contrôle de la consommation.

On distingue des appareils traditionnels tel que le diaphragme, la venturi et la tuyère, et d'autres comme débitmètre électromagnétique et débitmètre à ultrason.

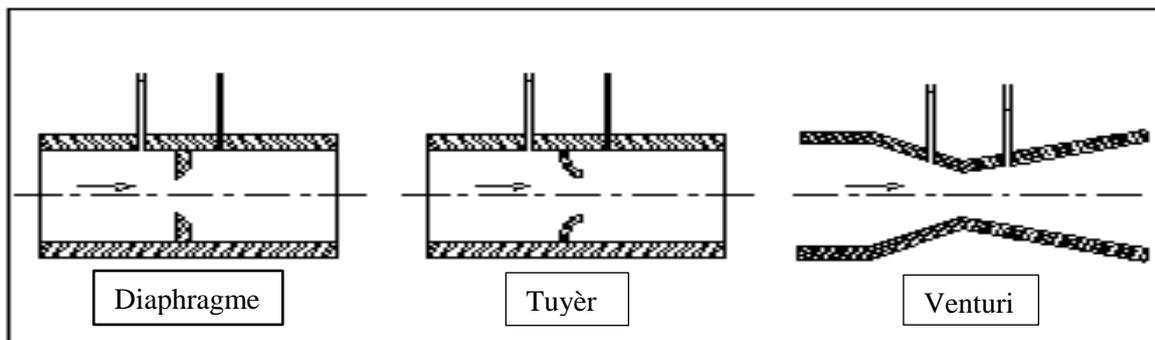


Figure VI.15 : Débitmètres déprimogènes

Ce sont des appareils déprimogènes, la mesure s'effectue avec un capteur de pression différentielle. L'inconvénient des débitmètres déprimogènes est leur faible précision à débit réduit.

### VI.7.2 Mesure de pression :

Les appareils les plus utilisés sont :

#### VI.7.2.1 Manomètres à aiguilles :

Dans les manomètres à aiguille, le mouvement est transmis à l'aiguille soit par un secteur denté soit par un levier soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est la facilité d'étalonnage et son inconvénient réside dans usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations.



Figure VI.16 : Manomètre (d'après document BAMO)

**Remarque :** Dans notre cas, où l'installation est immergée, on prévoit un manomètre à la sortie de la pompe.

#### VI.7.2.2 Manomètres à soufflet :

Ce sont des manomètres dont l'organe actif est un élément élastique en forme de soufflet. Sous l'effet de la pression, le soufflet se déforme dans la direction axiale. Les manomètres à soufflet présentent l'avantage d'éliminer le danger de gel et leur inconvénient réside dans leur sensibilité aux vibrations et au surchauffage.



*Figure VI.17: Manomètre (d'après document BAMO)*

**NB :** Dans notre cas on prévoit un manomètre au point de piquage et au niveau des conduites quel que soit leur diamètre, Il y a des autres types des manomètres comme manomètre à capsule, manomètre à membrane ....

#### VI.8. Conclusion

Afin d'assurer un bon fonctionnement du réseau, les accessoires doivent être installés soigneusement, pour cela les raccordements seront effectués par des personnes qualifiées et compétentes. Pour assurer la longévité de ces appareils un entretien périodique et une bonne gestion sont nécessaires.

# *Chapitre VII*

## *Protection et Sécurité de travail*

## **Protection et Sécurité de travail**

### **VII.1 Introduction**

Dès qu'on se préoccupe de l'application de la sécurité dans le monde du travail, il est inévitable de recouper les thèmes de sécurité, d'hygiène industrielle, d'environnement et même de qualité. En effet, toute action mise en œuvre pour diminuer de façon durable les risques d'accident ou de « presque accident » montre que la notion d'accident peut être étendue à celle de panne, d'incident, d'arrêt, de perte, en fait tout ce qui représente un dysfonctionnement : d'où la relation évidente avec la qualité.

Agir pour une meilleure sécurité va donc conduire à améliorer la qualité. Les entreprises d'aujourd'hui lient hygiène, sécurité, environnement et qualité et confient l'ensemble à un seul poste de directeur prévention qualité. La prévention concourt à diminuer la probabilité d'occurrence ou la gravité d'un événement « non voulu » ou d'un dysfonctionnement comme une blessure ou bien même la production d'un nuage toxique.

La maintenance peut y concourir, en tant que prévention à l'égard des machines.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents dans les chantiers, d'où le domaine hydraulique couvre un large éventuel lors de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable.

### **VII.2 Les différentes phases d'exécution des travaux**

Les travaux sont:

- Travaux d'excavation et de terrassements (pose des conduites, implantation des réservoirs de stockage, station de pompage etc.).
- Réalisation d'un forage (creusement, équipement, essai de pompage et protection).
- Travaux de construction (génie civil) tels que le bétonnage, ferrailage et autre phase de réalisation concernent l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage.
- Résoudre tous les problèmes qui concernent la sécurité et la protection du travail dans leur étude.

### **VII.3 Accident de travail :**

#### **VII.3.1 Définition**

L'accident du travail peut être défini comme une atteinte corporelle avec lésions temporaires ou définitives, produites par une action extérieure, soudaine et rapide. Suivant la gravité des lésions, on distingue : Les accidents sans arrêt, bénins, souvent sans suite et qui peuvent être soignés sur place. Les accidents avec arrêt (de quelques jours à quelques mois) avec lésions nécessitant des soins particuliers.

#### **VII.3.2 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :**

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

##### **VII 3.2.1 Facteurs humains :**

- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Manque de contrôle et négligence
- La fatigue des travailleurs, manque de maîtrise et de responsable.
- Importance durant les différentes phases de réalisation.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Erreurs de jugement ou de raisonnement.

**VII.3.2.2 Facteurs matériels :**

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

**VII.4 Liste des conditions dangereuses**

- Installations mal protégées.
- Installations non protégées.
- Protection individuelle inexistante.
- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Conditions climatiques défavorables.
- Matières défectueuses.
- Défaut dans la conception et dans la construction.
- Eclairages défectueux
- Mauvaise disposition des lieux.
- Stockage irrationnel.
- Facteurs d'ambiance impropres

**VII.5 Liste des actions dangereuses**

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Neutraliser les dispositifs de sécurité.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- Importance durant les opérations de stockage.
- Adopter une position peu sûre.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Plaisanter ou se quereller.

**VII.6 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents****VII.6.1 Protection individuelle :**

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.)

**VII.6.2 Protection collective :****VII.6.2.1 Equipement de mise en œuvre du béton :**

- L'entrepreneur ou bien le chef de chantier doit mettre en évidence les points suivants :
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.
  - Application stricte des règlements de sécurité.

**VII.6.2.2 Engin de levage :**

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail où la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Affecter des personnes qui comptent.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

**VII.6.2.3 Appareillage électrique :**

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique doit être placée que par des électriciens qualifiés.

**VII.6.3 Autre protections :**

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).
- Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

**VII.7 Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de savoir comment faire les travaux pour réaliser un réseau d'alimentation en eau potable sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

A cet effet, il convient d'accorder d'avantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement.

# *Chapitre VIII*

## *Gestion et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable*

## **Gestion et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable**

### **VIII.1. Introduction**

L'eau potable est transportée dans des canalisations fermées et généralement enterrées avec le vieillissement -lié aux caractéristiques des canalisations et de leur environnement, les performances hydrauliques et la qualité d'eau diminuent, les pertes d'eau et les casses augmentent et peuvent provoquer des dégâts importants.

Ce chapitre comporte deux parties principales. Nous allons d'abord décrire les différentes défaillances susceptibles de se manifester dans un réseau d'AEP, leurs causes et leurs effets. La seconde partie aura pour objet l'illustration des différentes techniques de réhabilitation des conduites d'eau potable.

### **VIII.2. Problèmes rencontrés dans un réseau d'AEP**

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'AEP ; les fuites, les branchements illicites, les erreurs de comptage, les problèmes environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires. A ces problèmes s'ajoutent des ceux de la gestion du réseau. Ces différents problèmes causent le mécontentement des consommateurs qui réagissent en déposant des plaintes sur les différents services (quantité d'eau insuffisante, qualité médiocre, interruption de l'alimentation, etc.) au niveau des services concernés.

Les différents problèmes survenant dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés en trois grandes catégories :

- Ruptures et les casses.
- Fuites.
- Dégradation de la qualité de l'eau.

### **VIII.3. Problème de gestion des réseaux d'AEP en Algérie**

Les problèmes de gestion des réseaux sont très divers :

- Méconnaissance des besoins en eau des populations.
- Entretien quasi-nul des canalisations et de leurs accessoires.
- Coupures d'eau fréquentes.
- Fuites non répertoriées.
- Interventions trop lentes sur les fuites.
- Personnel insuffisant et non qualifié.
- Inexistence de pompes de secours au niveau des stations de pompage.

### **VIII.4. But de la gestion**

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable a pour objet d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation.
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

### VIII.4.1. Gestion et exploitation des forages

Pour exploiter correctement un captage d'eau souterraine, on doit impérativement considérer que le captage et le pompage sont indissociablement liés. On ne serait en aucun cas de gérer l'un sans l'autre. Trois conditions essentielles pour assurer la gestion de cet ensemble particulier que constituent le captage et son pompage.

#### a. Adapter la pompe au captage

Il est fondamental que l'ouvrage soit équipé en fonction de ses caractéristiques propres, identifiées à la vue des résultats des pompages d'essai, et non en fonction des besoins à couvrir qui se réalisent après le nettoyage, ou le développement d'un ouvrage.

La surexploitation d'un captage entraînera à la suite des phénomènes graves d'ensablement, de corrosion, de colmatage, etc. Et puisque la pompe est l'élément essentiel du captage, elle doit être dimensionnée en fonction de deux paramètres principaux :

- La hauteur d'élévation totale (HMT).
- Le débit refoulé.

#### b. Connaissance des paramètres patrimoniaux

La connaissance des données patrimoniales est un élément essentiel pour une bonne gestion. Les paramètres d'exploitation de l'ouvrage doivent être absolument mis à la disposition des exploitants. Des sorties sur place permettent de disposer toutes les variables de l'ensemble des forages. Ces données regroupent notamment :

- La coupe technique de l'ouvrage.
- Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- La position du niveau statique et du niveau dynamique à différents débits (courbe caractéristique).
- Le débit spécifique de l'ouvrage.
- Le type de la pompe et ses caractéristiques.
- Le débit d'exploitation maximum à ne pas dépasser.

Un exploitant ne peut pas gérer correctement ces forages sans avoir connaissances de ces informations patrimoniales. A défaut de cette information de base, aucune surveillance n'est possible et par suite, aucun entretien préventif.

#### c. Equipements techniques

Pour juger le bon fonctionnement d'un captage d'eau souterraine et déceler une anomalie, il est nécessaire que l'installation soit pourvue d'un minimum d'équipements techniques, au demeurant peu onéreux tel que :

- Un compteur d'eau, clapet anti retour, vanne.
- Un vacuomètre et un manomètre.
- Un dispositif de protection des pompes contre le désamorçage.
- Une prise d'échantillon pour analyser l'eau.

La pratique montre également qu'il est nécessaire que le captage soit équipé, au refoulement de la pompe, d'un piquage permettant d'évacuer l'eau pompée sans passer dans le réseau. Ce dispositif permet notamment de faire des essais de pompage divers, de stériliser le puits et d'évacuer l'eau.

#### d. Conseils d'exploitation pour l'entretien et la maintenance des forages

La gestion d'un forage ou d'un champ captant nécessite un suivi général des installations et des équipements qui les composent pour cela les opérations de contrôle, du suivi et d'inspection sont détaillées comme suit :

### 1. Contrôle hebdomadaire

- Étanchéité de la fermeture des trappes.
- Étanchéité de la fermeture de la tête du puits.
- Étanchéité des pompes, vannes, robinetterie, presse étoupe et conduite.
- Mesure des niveaux statiques et dynamiques.
- Remplissage d'air des réservoirs anti-bélier

### 2. Contrôles mensuels

- Essai de fonctionnement des équipements de secours et auxiliaires, fonctionnement des organes de robinetterie tel que réducteur de pression soupape de sécurité, manostats et clapet
- Fonctionnement et indication de l'installation de télécommande et télétransmission.

### 3. Contrôle semestriel

- Affaissement de terrains contournant les forages.
- Comparaison du niveau de forage et du niveau d'eau du piézomètre de contrôle.
- État de fonctionnement de l'installation.
- Conduites et robinetteries : étanchéité, corrosion, peinture, fonctionnement des organes de robinetterie.

#### e. Lutte contre le phénomène de corrosion

La corrosion des captages d'eau souterraine est un phénomène beaucoup plus sournois que le colmatage car ses effets sont souvent moins détectables. En revanche, ses conséquences sont au moins aussi spectaculaires et importantes pour la pérennité de l'ouvrage en cause. Elle est causée par :

- Présence de l'eau corrosive à l'intérieure d'un forage.
- Existence des bactéries sidérolites ou sulfatés ductiles.
- Effet galvanique entre les diverses parties de même ensemble métallique au contact d'eau de composition différente.

Pour la lutte contre ce phénomène en procède comme suite :

- **Protection active** : Utilisation des effets électrochimiques (cathodique) qui a pour but de stopper ces phénomènes de corrosion qui sont directement liés à la corrosivité du sol et à l'influence des courants électriques parasites (courants vagabonds).
- **Protection passive** : on met une couche de peinture et revêtement au tour du tuyau.

### VIII.4.2. Gestion des ouvrages de stockage

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage dont la durée de vie est généralement longue (50 ans minimum) les problèmes d'exploitation ou d'entretien peuvent concerner les réservoirs trouvent le plus souvent leur origine dans les insuffisances au niveau de la conception.

#### a. Aspects liés à l'exploitation des réservoirs

Les réservoirs sont des ouvrages qui nécessitent des interventions régulières (opérations courantes de surveillance, entretien et nettoyage) ou occasionnelle. Ils doivent être conçus pour permettre ces interventions avec le maximum de facilité et de sécurité.

#### b. Opération de nettoyage

Les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs comportent des diverses phases, comme le décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier avec un jet sous pression, on prend soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels. Ils doivent se faire au moins une fois par an.

### c. Prévention des accidents

Un réservoir est un ouvrage qui présente un certain nombre de risques (chutes, noyades, asphyxie,) pour le personnel d'exploitation, alors des précautions particulières doivent impérativement être observées.

Les premières dispositions sont bien entendu à prendre au moment de la conception de façon à ménager des moyens d'accès et de circulation commodes et conformes aux règles de sécurité. Ces dispositions doivent comprendre la mise en place des garde-corps, mains-courantes, plinthes, portillons ou chaîne de sécurité, escalier, échelles...etc.

### d. Contrôle de la qualité de l'eau

Une fois traitée et rendue potable, l'eau envoyée dans des réservoirs plus ou moins éloignés puis à l'abonné. Au cours de ce transit, elle peut subir plusieurs changements comme en témoignent les fréquentes détériorations à long terme des tuyauteries. Elle peut se libérer de son calcaire ou gagner quelques ions minéraux pris sur la canalisation. Une attention spéciale doit être apportée aux joints et revêtements étanches des réservoirs qui doivent conserver à l'eau son caractère potable.

Afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'eau lors de la traversée d'un réservoir, il convient de faire un :

#### ❖ Contrôle mensuel

- Ouvrages de croisements, étanchéité
- Ouvrages en ligne, état d'étanchéité de la fermeture des trappes ; regards et des portes.

#### ❖ Contrôles semestriels

- Ouvrage en ligne ; état d'étanchéité de la fermeture des trappes, regards et des portes
- Organes et réducteurs de robinetterie à l'intérieur des regards.

## VIII.4.3 Gestion du réseau d'adduction et de distribution

Afin d'assurer une bonne gestion du réseau d'adduction et de distribution il faut que le réseau soit bien conçu en respectant les diverses normes, en adaptant les matériaux appropriés, choix du tracé des conduites en dehors des zones sensibles, en respectant les conditions de pose des conduites et équiper le réseau de différents organes et accessoires qui facilitent sa gestion et son entretien.

### a. Lutte contre l'entartrage

Les réseaux de distribution doivent être conçus et exploités de manière à éviter leurs entartrages qui est généralement causé par :

- Une baisse ou élévation de température.
- Une variation des vitesses dans les tronçons.
- Une stagnation d'eau dans le réseau.

Pour lutter contre ce phénomène, il y a lieu :

- Soit d'injecter de poly phosphate (2 mg/l) qui constituent un traitement préventif.
- Soit de choisir une arrivée par le bas où le fond de la tuyauterie dans la cuve du réservoir.

Pour le cas de notre projet, comme la source est souterraines, il est donc impératif d'ajuster le PH de l'eau à la sortie des forages pour stabiliser l'eau afin de pallier à un éventuel dépôt de carbonate de calcium dans les ouvrages de stockage ainsi que dans le réseau de distribution.

### **b. Prévention, contrôle et surveillance de la qualité d'eau**

Il peut y avoir plus grave lorsque la canalisation n'est plus étanche, il y a risque d'introduction de germes banaux dont les cadavres pourront se décomposer en dégérant de l'ammoniac, par contre le risque de trouver des germes pathogènes est très faible, ne serait-ce qu'en raison de la température relativement basse du milieu. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'il peut y avoir introduction de substances toxiques, c'est pourquoi le distributeur d'eau maintient généralement un certain taux de stérilisant dans le réseau qui conserve à l'eau des propriétés bactéricides et procède à des analyses périodiques sur la majorité du réseau pour obtenir une cartographie de la qualité sur les paramètres tels que : le chlore, la bactériologie et la turbidité.

## **VIII.4.4. Gestion des stations de pompage**

### **a. Surveillance du fonctionnement**

#### **a.1. Tableau ou pupitre de contrôle**

Pour tous les instruments, établir une valeur normale ou extrême, ce document sera utilisé en permanence pour détecter les anomalies.

#### **a.2. Vérifications périodiques**

- Les niveaux d'huile et de carburant chaque jour ;
- Les températures de paliers toutes les quatre heures, celles des moteurs électriques toutes les huit heures ;
- Les fuites aux presse-étoupe ou joints, l'absence de cavitation, les niveaux, toutes les quatre heures ;
- Le fonctionnement des sécurités, l'état des lampes témoin et des courroies, toutes les semaines ;
- Les pressions et débits toutes les huit heures.

#### **a.3 Entretien des groupes motopompes**

L'entretien au niveau des stations de pompage concerne principalement :

- le graissage ;
- les presse-étoupe ;
- le changement des roulements, paliers, butées ;
- le changement des chemises d'arbre ;
- le changement des joints ou segments de vérins de commande des vannes ;
- les joints des opercules de vanne ou des portées de clapets ;
- l'échange des bagues (usure et étanchéité) ;
- les moteurs thermiques (bougies, injecteurs, filtres, etc.) ;
- les pièces d'usure des accouplements ;
- les courroies, engrenages, etc. ;
- les rotors des pompes rotatives ;
- l'entretien électrique ;
- les mises en arrêt (vidanges, antirouille, etc.) ;
- l'état des revêtements (peintures, par exemple).

## VIII.5. Défaillances

### VIII.5.1. Définition

On appelle défaillance toute détérioration pouvant provoquer ou accentuer le risque de dysfonctionnement du réseau (ou de l'un de ses éléments), ou la diminution de son rendement.

### VIII.5.2. Les différents types de défaillances

#### VIII.5.2.1. Les fuites

Ce sont des pertes physiques de quelques quantités d'eau, mais qui n'empêchent pas le fonctionnement normal du réseau. Les fuites sont généralement localisées dans les joints, les vannes, les raccordements, les points de jonction entre deux éléments ou dans le corps même de la conduite.

- **Cause des fuites :**
  - Rupture ou mauvaise étanchéité des conduites.
  - Joints détériorés ou mal exécutés.
  - Corrosion.
  - Glissements de terrains.
  - Excès de pression.
- **Effets des fuites :**
  - Risque de dégradation de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau polluée.
  - Perturbation de la circulation suite aux inondations.
  - Risque de retour d'eau.

#### VIII.5.2.2. Les pertes

Dans un réseau, on distingue deux types de pertes et leurs causes sont diverses :

- **Les pertes techniques :** elles sont dues :
  - Au débordement des réservoirs dues soit mauvais fonctionnement du flotteur ou de la vanne de vidange.
  - Aux fuites sur conduites et branchements particuliers engendrées par les casses et leurs différentes causes.
  - Aux fuites sur robinets, vannes et colliers dues à un mauvais serrage des joints, des presses étoupes des vannes et des colliers de prise.
- **Les pertes administratives :** ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées. On citera
  - La consommation des organismes publics.
  - La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs.
  - Absence de compteurs chez les abonnés.
  - Pertes par branchements illicites.

#### VIII.5.2.3. Les casses (ruptures)

Une rupture ou une casse est définie comme étant une détérioration induisant un arrêt momentané de l'alimentation en eau et qui nécessite une intervention sur le réseau.

##### **Les causes des ruptures :**

- Mouvement du sol.
- Coup de bélier.
- Travaux de chantier.
- Trafic routier intense.
- Conditions de pose....

**Les effets des ruptures :**

- Fuites et leurs conséquences.
- Risque d'introduction d'eau polluée.
- Interruption de l'alimentation en eau des abonnés....

**VIII.5.2.4. Dégradation de la qualité de l'eau**

De la source jusqu'à son arrivée aux usagers, l'eau peut subir de très nombreuses modifications de sa qualité intrinsèque.

Une bonne connaissance des facteurs qui peuvent influencer la qualité de l'eau dans le réseau est indispensable pour les services d'exploitation afin d'anticiper et d'éviter des problèmes potentiels tels que les risques sanitaires. Les facteurs susceptibles de provoquer la dégradation de la qualité de l'eau sont :

**VIII.5.2.4.1. Les facteurs biologiques**

L'eau produite dans les stations de traitement passe par le réseau et arrive aux usagers sans jamais être stérile. Plusieurs micro-organismes sont susceptibles d'être présents dans le réseau de distribution : bactéries, virus, champignons et organismes pluricellulaires.

La plus grande partie des germes présents dans l'eau et notamment tous ceux qui sont pathogènes doivent être éliminés.

**VIII.5.2.4.2. Les facteurs physico-chimiques**

- **Le PH** : peut varier le long de la distribution du fait de l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> dissous. Ainsi, une aération dans un réservoir peut rendre une eau dure et incrustante par une perte de CO<sub>2</sub>, ce qui risque d'obturer les conduites par dépôt de tartre. Inversement, une eau chargée de CO<sub>2</sub> agressif (avec un PH bas) a tendance à attaquer les matériaux avec des conséquences importantes : dissolution des ciments, attaque des métaux ferreux (corrosion)...

- **Les chlorures** : le chlore a souvent été le choix évident pour la désinfection résiduelle, la réglementation internationale fixe la norme de 25 mg/l comme valeur idéale, et 200 mg/l. comme concentration à risque. La présence des chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés, aux rejets industriels ou aux rejets des eaux usées. Il faut savoir aussi qu'un résidu de 3 à 6 mg/l est nécessaire pour contrôler des fortes reviviscences bactériennes. La réglementation algérienne pour les chlorures a fixé la norme de 200 à 500 mg/l.

- **Les nitrates** : la présence des nitrates dans les eaux de consommation est indésirable et considérée comme un élément polluant. L'existence de cet élément est favorisée par la mise en place des méthodes de production agricole intensives, qui se traduit par une utilisation intense des engrais chimiques avec une concentration plus grande. La norme algérienne pour la potabilité de l'eau concernant les nitrites est donnée au maximum à 50 mg/l.

- **Le plomb** : contrairement à d'autres métaux tel le fer, le cuivre et le zinc qui sont indispensables pour le corps humain, le plomb est classé parmi les substances toxiques dans la norme de l'eau destinée à la consommation humaine. La norme algérienne est fixée à 0.05 mg/l au maximum depuis l'année 2000. L'origine de cet élément, qu'il y a des canalisations en plomb et la stagnation des eaux dans ces canalisations dissout les fines particules du métal. Le plomb existe aussi dans l'air rejeté par le carburant des voitures et transporté par le vent aux réservoirs et aux canaux à l'air libre.

• **La température** : une température élevée peut favoriser des goûts désagréables. De plus, elle accélère la corrosion, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel et modifie la valeur du PH.

- L'oxygène dissous : toute baisse de la teneur en oxygène dissous peut être interprétée comme un signe de croissance biologique.

- La turbidité : une turbidité élevée induit un ralentissement des bactéricides et une corrosion importante.

#### **VIII.5.2.4.3. Facteurs liés à la conception et à la gestion du réseau**

##### **- Le temps de séjours et la vitesse d'écoulement :**

La conservation de la qualité de l'eau est facilitée par la réduction du temps de séjour dans le réseau. Les stagnations d'eau favorisant corrosion et dépôts apparaissent dès que la vitesse de l'eau est inférieure à 0,5 m/s.

##### **- Le choix des matériaux :**

Les interactions entre l'eau et les matériaux du réseau peuvent être à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau distribuée.

Le tableau suivant donne les normes de potabilité d'une eau de consommation telles que précisées par le journal officiel de la république algérienne N°51 du 20 août 2000. (*Annex III*)

#### **VIII.5.2.5. Les interruptions**

Une interruption est un arrêt momentané de l'alimentation en eau dans la durée réservée à la distribution. Cet arrêt dû soit au dysfonctionnement de quelques ouvrages hydrauliques (pompe, réservoir ...etc.), soit à une réparation d'une fuite, soit à une action ayant pour but d'éviter un danger qui menace la population (inondation, dégradation de la qualité de l'eau), soit à un sabotage sur le réseau.

#### **VIII.5.2.6. Les plaintes des consommateurs**

Les plaintes des usagers ne sont en réalité que les conséquences des différentes défaillances qui surviennent sur le réseau. Elles sont dues à la non satisfaction vis-à-vis de la qualité de service. Le plus souvent, on enregistre des plaintes sur le manque de pression, sur la qualité de l'eau et les interruptions fréquentes d'alimentation en eau.

#### **VIII.5.3. Durée de vie et défaillance**

La durée de vie d'une entité correspond au temps écoulé pendant lequel cette entité assure le service sans aucune anomalie. Au bout de ce temps, le système cesse de satisfaire aux conditions d'utilisation, cette transition correspond à la défaillance.

#### **VIII.5.4 Actions de réduction des pertes en eau**

Pour réduire les pertes en eau dans l'adduction et dans le réseau de distribution, deux actions sont nécessaires pour l'exploitant ; la première, la plus importante est la recherche et la réparation des fuites. La seconde plus ou moins importante est le comptage.

### VIII.5.4.1 Recherche et réparation des fuites

#### VIII.5.4.1.1 Détection et gestion des fuites

Trouver, quantifier et gérer les fuites est un défi pour la plupart des systèmes d'approvisionnement en eau existants. Elles représentent souvent la plus importante cause des pertes dans le système et peuvent atteindre jusqu'à 30 % de l'eau captée, même dans les systèmes bien gérés. Des taux de fuites de 80 à 90 % ne sont pas rares.

Parmi les difficultés à gérer les fuites, on peut noter que :

- Les fuites ne sont pas constantes. Elles augmentent avec la pression dans les conduites.
- Les divers éléments des systèmes d'alimentation ne sont pas sensibles aux déperditions de la même manière. Il est possible d'identifier, et même, ce qui est préférable, de quantifier les points de vulnérabilité.
- L'évaluation sur le plan économique de l'importance des déperditions ne peut se faire que si elles ont pu être quantifiées (si possible avec un coefficient d'incertitude connu). Cela ne peut se faire qu'en présence de mesures fiables effectuées sur le système.
- Les opérations de réparation et de gestion des déperditions sont des investissements rentables. Il s'avère en général moins coûteux de maîtriser les fuites que de prélever dans une nouvelle source d'approvisionnement le volume d'eau équivalent à l'eau économisée.

Plusieurs méthodes ont été développées afin de permettre la détection des fuites et même leur localisation avec une précision plus ou moins grande.

Ces méthodes sont classées en trois catégories :

- Méthodes de recherche à grande échelle.
- Méthodes acoustiques.
- Méthodes modernes.

#### *a. Méthode de recherche à grande échelle*

Elle consiste à calculer la différence entre le volume introduit dans le réseau et le volume consommé et comptabilisé. Une différence de volume permet de soupçonner des fuites d'eau dans l'un des secteurs du réseau.

La méthode fréquemment utilisée pour la délimitation de la zone de la fuite est l'isolement des tronçons soupçonnés de fuite et la pose de compteurs en amont et en aval de ceux-ci. Il reste ensuite à détecter la localisation exacte de la fuite par l'utilisation de méthodes plus fines.

#### *b. Méthodes acoustiques*

Les méthodes de détection utilisées sont toutes basées sur le bruit émis par les fuites. L'écoute du bruit causé par la fuite peut se faire soit par contact direct avec la conduite et tout ce qui y est raccordé (entrée de service, vanne, borne d'incendie), soit par écoute sur le sol.

Le bruit de la fuite résulte du choc des molécules d'eau entre elles, de leur frottement contre les parois de l'orifice de la fuite ou finalement du choc de l'eau sur le terrain. L'écoute et l'analyse de ce bruit permettent de déterminer une zone plus ou moins importante de détection de la fuite. Cette zone est embrouillée par le bruit de fond (vent, trafic routier etc.).

L'utilisation d'amplificateurs mécaniques ou électroniques ou encore de corrélateurs acoustiques permet l'élimination des bruits parasites.

#### *c. Méthodes modernes*

Plusieurs méthodes modernes sont actuellement employées dans la recherche des fuites. On citera :

- Technique de photographie aérienne, notamment dans le domaine de l'infrarouge, la prise de photographies permet de déceler des zones de températures différentes résultant de la fuite.
- Utilisation des traceurs radioactifs : détection de radioactivité intense à la zone des fuites.
- Utilisation de caméras qui permettent de déceler les différentes anomalies (glissement de joints, infiltrations d'eaux polluées, branchements clandestins, etc.)

#### **VIII.5.4.1.2 Réparation des fuites**

Après la détection de la fuite, on procèdera à sa réparation. Plusieurs dispositions sont à prendre lors de la réparation :

- Faire un terrassement profond pour éviter le retour d'eau polluée dans la canalisation après la coupe de la conduite.
- Ne pas procéder à la vidange de la conduite avant la fin du terrassement et le dégagement total du tronçon au droit de la fuite.
- Bien nettoyer à l'eau javellisée toutes les pièces de réparation ainsi que les parties du tuyau dégagé. Avant la remise en service de la conduite, il est nécessaire de la rincer et de procéder au contrôle de la qualité de l'eau.

#### **VIII.5.4.2 Comptage**

Une partie considérable des pertes d'eau est due au sous comptage. Pour améliorer le comptage de l'eau du réseau, une bonne gestion des compteurs à la production et au niveau des abonnés s'impose. Cela consiste à :

- Vérifier la sensibilité des compteurs individuels.
- Etendre le comptage dans les bâtiments publics sans compteurs.
- Installation de compteurs pour les nouveaux abonnés.

#### **VIII.5.5 Dispositions et moyens d'intervention**

Pour assurer une organisation convenable d'un service d'entretien et de maintenance, il est utile de :

- Faire des prévisions pluriannuelles des moyens en personnels, en matériels et en budget mis à la disposition des services d'études, d'exploitation et des groupes d'entretien.
- Disposer d'un personnel compétent.
- Posséder des plans de gestion donnant les caractéristiques des conduites et des autres organes du réseau, la localisation exacte des nœuds, plans qui sont à tenir à jour en permanence.
- Connaître toutes les informations utiles relatives aux fonctionnalités et tous les renseignements statistiques annuels intéressant les interventions d'entretien et les réparations effectuées sur le réseau et les ouvrages.
- Connaître les valeurs d'exploitation, des coûts et de la gestion proprement dite des personnels et matériels.

##### **VIII.5.5.1 Moyens humains**

Le personnel doit avoir des compétences techniques dans différents domaines : l'hydraulique, l'électricité, l'électromécanique et l'électronique. Le nombre d'agents composant l'équipe d'intervention dépend de l'importance du réseau, de la complexité de ses équipements et du budget annuel accordé au service.

##### **VIII.5.5.2 Moyens matériels**

Le choix du type et du nombre des moyens matériels à utiliser dépend du type d'intervention qui lui-même dépend du type de la défaillance. Les moyens matériels utilisés pour les interventions sont classés en deux catégories : Moyens simples (clefs, tournevis, poste à souder, ...) et des moyens lourds (bulldozers, pelle hydraulique, matériels de détection des fuites, ...).

#### **VIII.5.6 Conclusion :**

Une bonne gestion du réseau donne à ce dernier une durée de vie plus importante d'une part ; et permet la détection des parties du système qui nécessite une réhabilitation d'autre part.

## VIII.6 Réhabilitation

### VIII.6.1 Définition

Le dictionnaire Larousse définit la réhabilitation comme étant l'ensemble des opérations qui permettent de maintenir en état de fonctionnement un matériel susceptible de se dégrader, soit par réparation de l'ouvrage faillé, soit par un renouvellement total du matériel.

### VIII.6.2 Les différentes techniques de réhabilitation

On distingue trois méthodes principales de réhabilitation dans le réseau de distribution.

- Les revêtements internes au mortier ciment.
- Les traitements par injection.
- Les gainages plastiques.

#### VIII.6.2.1 Les revêtements internes au mortier-ciment

##### VIII.6.2.1.1 Procédé par compression

Utilisé pour le traitement des canalisations en fonte et en acier dont le diamètre est compris entre 100 et 400 mm

Le mortier ciment est introduit à l'extrémité du tronçon. Un outil enducteur, tracté à faible vitesse, pousse devant lui la masse semi-liquide du mortier. Une partie de cette masse, fortement comprimée dans les parois du tronçon, obstrue les trous et les fissures.

##### VIII.6.2.1.2. Procédé par centrifugation

Une pompe à mortier est reliée à un malaxeur. Celle-ci, par l'intermédiaire d'un tuyau d'alimentation en mortier refoule le mortier dans un appareil muni d'une tête de projection rotative. Le mortier est alors projeté avec force sur les parois de la canalisation par l'appareil tracté par le tuyau d'alimentation.

L'utilisation de cet appareil est limitée pour des canalisations de diamètre inférieur à 600 mm. Pour des diamètres supérieurs, on utilise une machine auto-tractrice. L'inconvénient de la méthode de revêtement au mortier ciment est qu'elle est limitée pour des tronçons sans ramifications ni branchements.

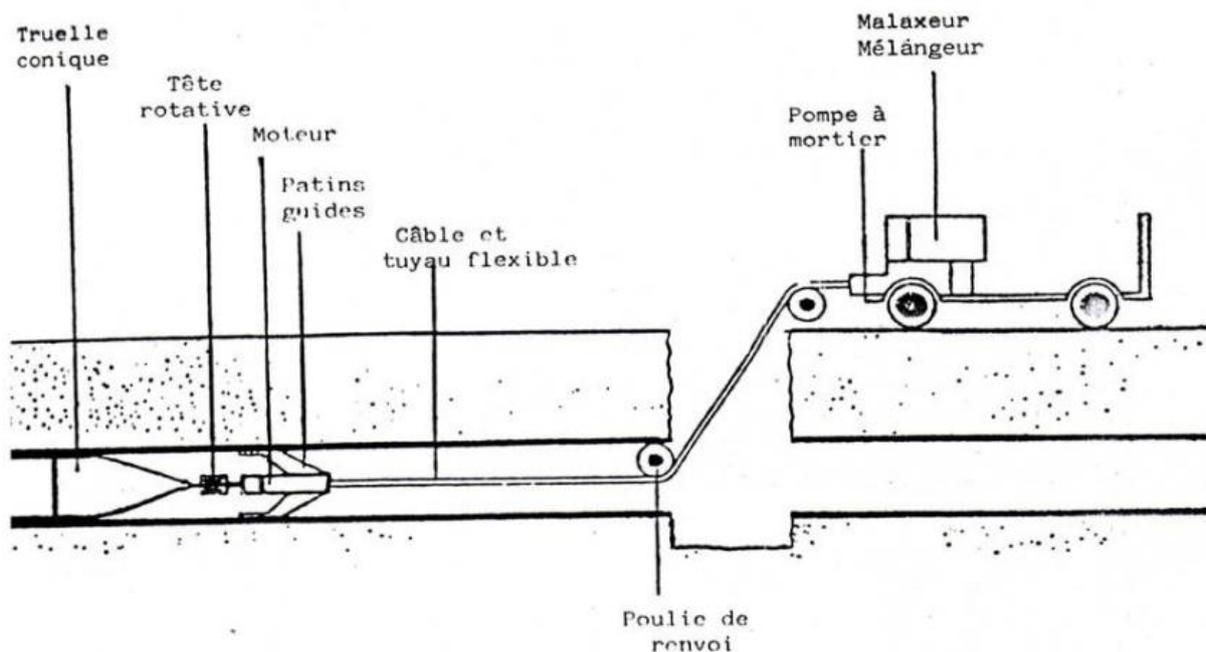


Figure VIII.1: Procédé de réhabilitation par centrifugation

### VIII.6.2.2 Le traitement par injection

Contrairement à la méthode précédente, celle-ci ne traite pas toute la canalisation mais seulement le problème rencontré (l'endroit précis). Elle est utilisée surtout pour le contrôle des joints et les fissures. Le processus se fait de la manière suivante :

Après nettoyage soigné de la canalisation, on y introduit un appareil muni d'une caméra et d'un manchon gonflable. La caméra permet de visionner l'endroit du joint ou de la fissure. On y placera le manchon. L'étanchéité du joint est contrôlée après gonflement du manchon. Si le joint est détérioré, on injecte deux solutions chimiques qui, en se polymérisant, sortent par la fuite et se solidifient provoquant l'obstruction de la fuite. Sinon on passera au contrôle du joint suivant.

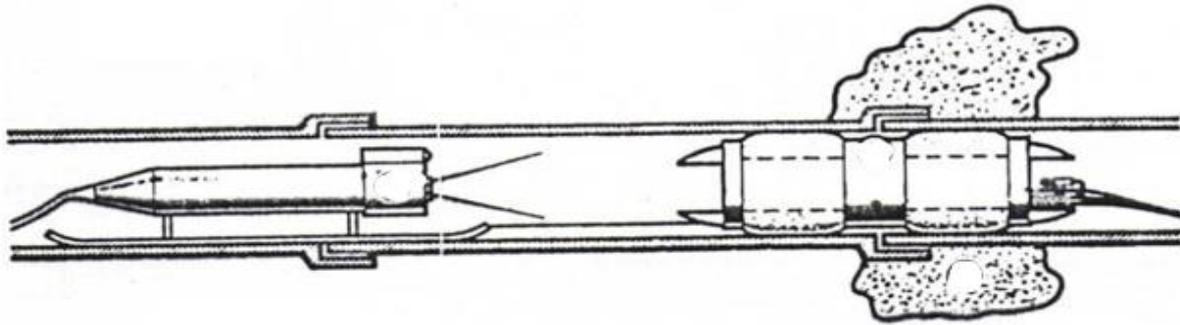


Figure VIII.2 : Procédé de traitement des conduites par injection

### VIII.6.2.3. Le gainage plastique

Cette méthode est très intéressante dans le cas où la canalisation est très endommagée, et son remplacement pose trop de difficultés ou de perturbations d'exploitation. Cette méthode utilise deux procédés :

- Utilisation des tuyaux en chlorure polyvinyle PVC.
- Utilisation d'une gaine de polyéthylène haute densité.

#### VIII.6.2.3.1 Utilisation des tuyaux PVC

Des tuyaux en PVC semi-rigides, de diamètre inférieur à celui des canalisations sont insérés à l'intérieur de celles-ci et sont soudés les uns aux autres par un thermo soudeur. Malgré la diminution de la section de la canalisation, le débit initial est rétabli par augmentation de la pression.

Cette méthode présente l'avantage de permettre de très bons résultats pour des petits tronçons à un faible coût. Toutefois, elle présente aussi deux principaux inconvénients ; la difficulté de raccorder les tuyaux et risque problèmes engendrés la dilation de matériaux différents.

#### VIII.6.2.3.2 Utilisation de la gaine en polyéthylène HD

La gaine est introduite dans la canalisation et on utilise le poids d'une colonne d'eau pour la retourner avec le côté résine en contact avec la canalisation et le côté feuille vers la lumière de la conduite. Une fois la gaine complètement insérée, on utilise un circuit d'eau chaude (60°C) afin de déclencher la polymérisation de la résine. Une fois l'opération terminée (en quelques heures) on a une vieille canalisation avec une face interne lisse et neuve et sans raccord. Cette méthode présente de nombreux avantages :

- Elle convient à tous les types de tuyaux : acier, fonte, amiante-ciment, ...etc. même en très mauvais état.
- Elle convient à toutes les sections à partir de 100 mm
- Utilisation sans ouverture de fouilles.
- Très faible réduction de la section.



**Figure VIII.3 :** les travaux des réhabilitations

### VIII.7. Conclusion

Les gestionnaires doivent toujours prendre des décisions, argumentées et pertinentes, ce qui nécessite une stratégie d'étude efficace basée, d'une part sur la connaissance du comportement du système de distribution d'eau potable et d'autre part sur l'utilisation d'indicateur appropriés sur l'évaluation des performances de fonctionnement du système.

Ces indicateurs sont établis par le gestionnaire selon ces propriétés de gestion mais aussi à partir des directives et normes des documents officiels.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Cette étude menée sur diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable existant de la commune de Nezla ,daïra de Touggourt (W.Ouargla) nous a permis de faire les constatations suivantes :

L'état physique du système d'AEP nécessite plus d'entretien et une réhabilitation surtout pour le réseau actuel qui est très ancien et complètement délabré.

Présence des pressions négatives dans tout le réseau, dû à l'augmentation de la demande en eau et au sous dimensionnement des conduites.

Insuffisance de la capacité de la ressource à partir de l'année 2034, ainsi pour les horizons futurs, soit un déficit de 158,23 l/s pour l'horizon d'étude 2049.

La capacité de stockage est aussi insuffisante pour satisfaire les besoins actuels et futures de l'agglomération, avec un déficit de 3730,12 m<sup>3</sup> en 2049.

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

Les solutions proposées consistent à :

Projeter de nouveau réservoir afin de renforcer le système d'alimentation et d'assurer la meilleure desserte en eau de notre agglomération au cours des années et de combler tout déficits en matière de besoins et de stockage.

Projeter un nouveau réseau, en optant pour un autre matériau (PEHD) pour le dimensionnement.

Effectuer des changements sur des diamètres de quelques tronçons qui présentent des défaillances de point de vue hydraulique et physique au niveau des autres parties du réseau.

Intervenir sur les différents ouvrages et accessoires du système d'alimentation de notre ville ainsi renforcé l'entretien de ce dernier.

C'est pour toutes ces raisons qu'il est nécessaire d'envisager des solutions de planification et de gestion des ressources en eau. Ce réseau peut répondre aux besoins de la population au moins jusqu'à l'horizon 2049 avec un fonctionnement beaucoup plus fiable par ce qu'un système efficace est un système qui doit fournir de l'eau à tous les abonnés en quantité suffisante et en bonne qualité.

Cette étude nous a permis de mettre en pratique, toutes les connaissances que nous avons acquises dans tous le domaine de l'hydraulique durant notre cycle de formation, Je souhaite que ce modeste travail puisse servir comme référence pour les projets d'alimentation en eau potable

# *Annexes*

*Annexe I : Régime de consommation des agglomérations*

Régime de la consommation des agglomérations												
Heure	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.70	1.80	1.90	2.00	2.50
0-1	3.5	3.35	3.20	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.90	0.85	0.75	0.60
1-2	3.45	3.25	3.25	3.20	2.65	2.10	1.50	1.00	0.90	0.85	0.75	0.60
2-3	3.45	3.30	2.90	2.50	2.20	1.85	1.50	1.00	0.90	0.85	1.00	1.20
3-4	3.4	3.20	2.90	2.60	2.25	1.90	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
4-5	3.4	3.25	3.35	3.50	3.20	2.85	2.50	2.00	1.35	2.70	3.00	3.50
5-6	3.55	3.40	3.75	4.10	3.90	3.70	3.50	3.00	3.85	4.70	5.50	3.50
6-7	4.00	3.85	4.15	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.20	5.35	5.50	4.50
7-8	4.40	4.45	4.65	4.90	5.10	5.30	5.50	6.50	6.20	5.85	5.50	10.2
8-9	5.00	5.20	5.05	4.90	5.35	5.80	6.25	6.50	5.50	4.50	3.50	8.80
9-10	4.80	5.05	5.40	5.60	5.85	6.05	6.25	5.50	5.85	4.20	3.50	6.50
10-11	4.70	4.85	4.85	4.90	5.35	5.80	6.25	4.50	5.00	5.50	6.00	4.10
11-12	4.55	4.60	4.60	4.70	5.25	5.70	6.25	5.50	6.50	7.50	8.50	4.10
12-13	4.55	4.60	4.50	4.40	4.60	4.80	5.00	7.00	7.50	7.90	8.50	3.50
13-14	4.45	4.55	4.30	4.10	4.40	4.70	5.00	7.00	6.70	6.35	6.00	3.50
14-15	4.6	4.75	4.40	4.10	4.60	5.05	5.50	5.50	5.35	5.20	5.00	4.70
15-16	4.6	4.70	4.55	4.40	4.60	5.30	6.00	4.50	4.65	4.80	5.00	6.20
16-17	4.6	4.65	4.50	4.30	4.90	5.45	6.00	5.00	4.50	4.00	3.50	10.4
17-18	4.3	4.35	4.25	4.10	4.60	5.05	5.50	6.50	5.50	4.50	3.50	9.40
18-19	4.35	4.40	4.45	4.50	4.70	4.85	5.00	6.50	6.30	6.20	6.00	7.30
19-20	4.25	4.30	4.40	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.35	5.70	6.00	1.60
20-21	4.25	4.30	4.40	4.50	4.40	4.20	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	1.60
21-22	4.15	4.20	4.50	4.80	4.20	3.60	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
22-23	3.90	3.75	4.20	4.60	3.70	2.85	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.60
23-24	3.80	3.7	3.50	3.30	2.70	2.10	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source (poly copies de Mr SALAH. B)

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

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

Source (poly copies de Mr SALAH. B)

*Annexe III : Normes Algériennes d'une eau potable*

<b>Caractéristiques</b>	<b>Unités</b>	<b>Concentration</b>
<b><i>Caractéristique organiques</i></b>		
Couleur	Mg/l de platine	Au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25 C°)		Au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25 C°)		Au maximum 4
Turbidité	Unité Jackson	Au maximum 2
<b><i>Caractéristiques physico-chimiques</i></b>		
PH	Unités PH	6,5 à 8,5
Conductivité (à 20°C)	Us/cm	Au maximum 2800
Dureté	Mg/l de CaCO <sub>3</sub>	100 à 500
Chlorures	Mg/l	200 à 500
Sulfates	Mg/l	200 à 400
Calcium	Mg/l	75 à 200
Magnésium	Mg/l	150
Sodium	Mg/l	200
Potassium	Mg/l	20
Aluminium	Mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	Mg/l en oxygène	Au maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180°C	Mg/l	1,5 à 2
<b><i>Caractéristiques concernant les substances indésirables</i></b>		
Nitrates	Mg/l	Au maximum 50
Nitrites	Mg/l	Au maximum 0,1
Ammonium	Mg/l	Au maximum 0,5
Azote	Mg/l	Au maximum 1
Fluor	Mg/l	0,2 à 2
Hydrogène sulfuré		Peut-être décelable orga le pratiquement
Fer	Mg/l	Au maximum 0,3
Manganèse	Mg/l	Au maximum 0,5
Cuivre	Mg/l	Au maximum 1,5
<b><i>(Suite) normes algériennes d'un eau potable</i></b>		
Zinc	Mg/l	Au maximum 5
Argent	Mg/l	Au maximum 0,05
<b><i>Caractéristiques concernant les substances toxiques</i></b>		
Arsenic	Mg/l	Au maximum 0,05
Cadmium	Mg/l	Au maximum 0,01
Cyanure	Mg/l	Au maximum 0,05
Chrome	Mg/l	Au maximum 0,05
Mercure	Mg/l	Au maximum 0,01
Plomb	Mg/l	Au maximum 0,05
Sélénium	Mg/l	Au maximum 0,01

Source : OMS 2004

#### Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites

Tronçon		Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau	p1	23,57	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p3	321	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p4	233,3	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p5	198,9	2013-2018	Ø160	PVC	Bon état
Tuyau	p6	8,05	1990-2012	Ø90	PVC	Bon état
Tuyau	p7	367,4	1990-2012	Ø500	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p8	192,9	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p9	240	2013-2018	Ø90	PVC	Bon état
Tuyau	p10	204,9	2013-2018	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau	p11	94,31	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau	p12	399	2013-2018	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau	p13	127,8	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p14	68,99	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p15	107,7	1990-2012	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau	p16	252,4	1990-2012	Ø90	PVC	Bon état
Tuyau	p17	6,698	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p18	58,17	1990-2012	Ø630	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p19	85,97	1990-2012	Ø630	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p20	59,15	1990-2012	Ø630	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p21	22,19	1990-2012	Ø500	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p22	189,7	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p23	3,056	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p24	2,945	2013-2018	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau	p25	2,932	<1990	Ø110	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p26	252,2	<1990	Ø125	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p27	6,341	<1990	Ø125	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p28	8,125	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p29	7,792	2013-2018	Ø125	PVC	Bon état
Tuyau	p30	42,16	2013-2018	Ø200	PVC	Bon état
Tuyau	p31	82,09	1990-2012	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau	p32	94,16	1990-2012	Ø90	PVC	Bon état
Tuyau	p33	91,65	1990-2012	Ø90	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p34	646,1	1990-2012	Ø90	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p35	628	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p36	730,9	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p37	304,5	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p38	424,7	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	p39	39,31	1990-2012	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau	p40	173,6	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p42	94,38	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p43	212,8	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p44	86,37	1990-2012	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau	p45	218,8	1990-2012	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau	p46	203,2	1990-2012	Ø400	PEHD	Bon état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon	Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau p47	14,84	1990-2012	Ø400	Acier	Mauvaise état
Tuyau p48	38,53	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p49	189,2	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p50	8,429	2013-2018	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p51	5,715	2013-2018	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau p52	13,89	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p53	8,853	2013-2018	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau p54	7,094	2013-2018	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau p55	10,57	2013-2018	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p56	24	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau p57	67,44	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p58	397,6	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p59	258,8	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p60	135,6	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p61	382,4	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p62	226,2	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p63	148,3	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p64	21,94	1990-2012	Ø160	AMC	Mauvaise état
Tuyau p65	34,94	1990-2012	Ø160	AMC	Mauvaise état
Tuyau p66	13,44	1990-2012	Ø160	PVC	Bon état
Tuyau p67	6,334	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau p68	78,79	1990-2012	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau p69	3,654	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau p70	6,699	<1990	Ø141	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p71	4,312	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p72	16,83	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p73	86,56	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p74	42,36	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau p75	51,83	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p76	18	2013-2018	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p77	41,17	2013-2018	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p78	29,93	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau p79	74,37	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau p80	667,2	1990-2012	Ø630	AMC	Mauvaise état
Tuyau p81	51,81	1990-2012	Ø500	AMC	Mauvaise état
Tuyau p82	6,636	1990-2012	Ø500	Acier	Mauvaise état
Tuyau p83	6,031	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p84	7,058	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p85	17,2	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p86	47,6	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p87	3,113	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p88	4,16	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p89	2,934	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p90	76,09	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon	Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau p91	36,37	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p92	93,24	2013-2018	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau p93	187	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p94	69,42	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p95	187,5	2013-2018	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p96	114,8	1990-2012	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau p97	61,36	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau p98	270,9	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau p99	46,92	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p100	29,53	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p101	24,75	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p102	12,95	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p103	17,14	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p104	19,65	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p105	71,23	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau p106	88,77	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau p107	76,93	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p108	382,3	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p109	207	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p110	648,1	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p111	108,5	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p112	137,5	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p113	97,17	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau p114	280,3	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p115	84,92	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p116	263,5	2013-2018	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p117	108,5	1990-2012	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p118	3,486	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p119	62,8	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau p122	117,3	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p123	166,4	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p125	13,06	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau p127	7,368	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau p128	5,348	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p129	98,9	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p130	313,8	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p131	31,13	2013-2018	Ø400	Acier	Mauvaise état
Tuyau p132	22,5	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p133	188,3	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p134	500,8	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p135	327	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p136	92,96	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p137	64,29	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p138	180,6	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon	Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau p139	26,29	2013-2018	Ø500	PVC	Mauvaise état
Tuyau p140	29,9	2013-2018	Ø500	PVC	Mauvaise état
Tuyau p141	1,262	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p142	1,542	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p143	24,64	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p144	6,824	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p145	13,26	1990-2012	Ø250	PVC	Mauvaise état
Tuyau p146	89,61	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p147	77,58	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p148	60,11	1990-2012	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p149	57,27	1990-2012	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p150	270,5	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p151	140,5	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p152	10,87	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p153	10,08	2013-2018	Ø160	PVC	Bon état
Tuyau p154	236,4	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p155	160,6	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau p156	179,2	1990-2012	Ø315	PVC	Mauvaise état
Tuyau p157	147,8	1990-2012	Ø315	Acier	Mauvaise état
Tuyau p158	146,1	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p159	235	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p160	418,4	1990-2012	Ø90	PEHD	Bon état
Tuyau p161	325,4	1990-2012	Ø200	PEHD	Bon état
Tuyau p162	96,57	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p163	243	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p164	26,7	1990-2012	Ø630	AMC	Mauvaise état
Tuyau p165	154,4	1990-2012	Ø500	Acier	Mauvaise état
Tuyau p166	469,7	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p167	122,3	1990-2012	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau p168	523,5	1990-2012	Ø200	PVC	Bon état
Tuyau p169	143,7	1990-2012	Ø160	PVC	Bon état
Tuyau p170	511,9	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p171	476,9	1990-2012	Ø200	PEHD	Bon état
Tuyau p172	409,9	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p173	138,1	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p174	222,4	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p175	766,2	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p176	66	1990-2012	Ø125	PVC	Bon état
Tuyau p177	176,5	1990-2012	Ø250	PVC	Bon état
Tuyau p178	263,4	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p179	257,1	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p181	4,583	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p182	14,02	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p183	4,936	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon	Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau p185	6,638	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p186	7,4	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p187	12,25	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p188	1,839	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p189	640,5	1990-2012	Ø125	AMC	Mauvaise état
Tuyau p190	231,3	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p191	69,04	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p192	91,16	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p193	65,24	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p195	476,7	1990-2012	Ø125	Acier	Mauvaise état
Tuyau p196	328,5	1990-2012	Ø125	PVC	Bon état
Tuyau p197	1728	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p198	910,3	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p199	1391	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p200	120,7	1990-2012	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau p201	434,6	1990-2012	Ø200	PVC	Bon état
Tuyau p202	100	1990-2012	Ø200	AMC	Mauvaise état
Tuyau p203	422,5	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p204	81,79	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau p205	635,1	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p206	29,32	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p207	131,5	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p208	237,2	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p209	236,9	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p210	231,2	1990-2012	Ø250	Acier	Mauvaise état
Tuyau p211	626,3	1990-2012	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau p212	4,154	1990-2012	Ø110	PEHD	Bon état
Tuyau p213	231,9	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p214	57,7	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p215	172,8	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p216	121,2	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p217	84,15	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p218	72,91	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p219	119,4	1990-2012	Ø200	PEHD	Bon état
Tuyau p220	125,9	1990-2012	Ø200	Acier	Mauvaise état
Tuyau p221	17,7	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p222	142,7	1990-2012	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau p223	35,21	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p224	64,81	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p225	8,206	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p226	30,92	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p227	52,31	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p228	111,2	1990-2012	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau p229	92,67	1990-2012	Ø250	PEHD	Bon état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon	Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau p230	131,1	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p231	69,7	1990-2012	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau p232	195,1	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau p233	230,2	1990-2012	Ø110	AMC	Mauvaise état
Tuyau p234	46,97	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p235	365,7	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau p236	82,19	1990-2012	Ø400	AMC	Mauvaise état
Tuyau p237	116,7	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p238	234,9	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p239	69,43	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p240	227,5	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p241	132,2	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau p242	73,87	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p243	63,24	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p244	8,293	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p245	172,2	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p246	34,81	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p247	32,16	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p248	8,369	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p249	0,5434	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p250	0,6764	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p251	0,6817	1990-2012	Ø315	Acier	Mauvaise état
Tuyau p252	13,98	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p253	32,79	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p254	60,78	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p255	20,37	1990-2012	Ø500	Acier	Mauvaise état
Tuyau p256	43,58	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p257	31,74	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p258	57,2	1990-2012	Ø315	AMC	Mauvaise état
Tuyau p259	9,293	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p260	101,3	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p261	25,3	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p262	32,22	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau p263	57,42	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p264	9,505	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p265	28,31	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p266	74,59	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p267	21,33	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau p268	200,9	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau p269	383,6	1990-2012	Ø500	AMC	Mauvaise état
Tuyau p270	13,56	1990-2012	Ø400	Acier	Mauvaise état
Tuyau p271	96,91	1999-2012	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau p272	204,1	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau p273	496,7	<1990	Ø400	Acier	Mauvaise état

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon		Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau	p274	102,8	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p275	35,04	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p276	647,4	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p277	109,9	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	p278	84,11	1990-2012	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau	p279	103,9	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p280	34,1	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	p281	648,7	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	p282	194,4	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p283	56,11	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p284	144,1	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p285	84,47	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p286	53,19	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p287	144,9	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p288	85,02	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p289	186,4	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p290	48,85	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p291	21,41	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p292	578	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau	p293	149,7	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau	p294	83,5	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau	p295	129	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	p296	101,3	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	p297	186,9	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p298	180,7	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p299	57,25	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p300	55,48	1990-2012	Ø400	PVC	Bon état
Tuyau	p301	212,4	1990-2012	Ø110	PVC	Bon état
Tuyau	p302	355,1	1990-2012	Ø110	Acier	Mauvaise état
Tuyau	p303	142,2	1990-2012	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p304	56,86	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p305	43,66	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p306	8,657	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p307	35,19	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p308	10,66	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p309	66,25	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p310	43,37	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	p311	94,89	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	p312	240,8	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p313	61,19	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau	p314	33,49	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau	p315	106,5	2013-2018	Ø160	PVC	Bon état
Tuyau	p316	61,45	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	p317	35,06	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>

## Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)

Tronçon		Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau	p318	105,9	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	p319	32,2	1990-2012	Ø630	Acier	Mauvaise état
Tuyau	p320	49,68	1990-2012	Ø250	AMC	Mauvaise état
Tuyau	p321	185,5	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p322	24,23	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p323	216	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p324	86,29	1990-2012	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p325	130	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau	p326	128,6	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau	p327	217	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p328	3,497	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p329	14,86	2013-2018	Ø315	PEHD	Bon état
Tuyau	p330	12,12	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p331	59,27	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p332	419,5	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	p333	2,407	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	p334	2,884	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	p335	2,216	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau	p336	66,1	2013-2018	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau	C1	2	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>
Tuyau	C2	2	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C3	2	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C4	2	2013-2018	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau	C5	2	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	C6	6	2013-2018	Ø315	PVC	Bon état
Tuyau	C7	7,5	2013-2018	Ø160	PEHD	Bon état
Tuyau	C8	7,59	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	C9	2	1990-2012	Ø500	AMC	Mauvaise état
Tuyau	C10	2	1990-2012	Ø160	AMC	Mauvaise état
Tuyau	C11	2	1990-2012	Ø400	Acier	Mauvaise état
Tuyau	C12	2	1990-2012	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	C13	2	1990-2012	Ø200	PEHD	Bon état
Tuyau	C14	2	1990-2012	Ø500	PVC	Bon état
Tuyau	C15	2	1990-2012	Ø630	PVC	Bon état
Tuyau	C16	2	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C17	2	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C18	2	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C19	2	<1990	Ø500	Fonte	Mauvaise état
Tuyau	C20	2	2013-2018	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau	C21	2	2013-2018	Ø250	PEHD	Bon état
Tuyau	C22	7,523	2013-2018	Ø630	PEHD	Bon état
Tuyau	C23	10,35	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	C24	500	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	C25	2	<b>Au futur</b>			<b>Projeter</b>

**Annexe IV : Age et caractéristiques des conduites (suite)**

Tronçon		Langueur (m)	Année de pose	Diamètre (mm)	Type de matériau	Observation
Tuyau	C26	2	2013-2018	Ø400	PEHD	Bon état
Tuyau	C27	2	2013-2018	Ø125	PEHD	Bon état
Tuyau	C28	8,048	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	C29	10,364	2013-2018	Ø500	PEHD	Bon état
Tuyau	C30	3,5	<1990	Ø400	Fonte	Mauvaise état

Source : DRE Touggourt

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n1	p1	23,57	524,27	18,664012	3,41
	p56	24			
	p195	476,7			
n2	p1	23,57	29,57	1,052692	0,19
	C6	6			
n4	p3	321	321	11,4276	3,38
n5	p3	321	519,9	18,50844	9,25422
	p5	198,9			
n6	p4	233,3	464,6	16,53976	8,26988
	p190	231,3			
n7	p5	198,9	475,94	16,943464	8,471732
	p16	252,4			
	p143	24,64			
n8	p5	198,9	206,95	7,36742	3,68371
	p6	8,05			
n9	p6	8,05	375,45	13,36602	6,68301
	p7	367,4			
n10	p7	367,4	748,5	26,6466	13,3233
	p158	146,1			
	p159	235			
n11	p8	192,9	833,4	29,66904	14,83452
	p189	640,5			
n12	p8	192,9	239,82	8,537592	4,268796
	p99	46,92			
n13	p9	240	436,79	15,549724	7,774862
	p13	127,8			
	p14	68,99			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n14	p9	240	444,9	15,83844	7,91922
	p10	204,9			
n15	p10	204,9	436,8	15,55008	7,77504
	p213	231,9			
n16	p11	94,31	94,31	3,357436	1,678718
n17	p11	94,31	493,31	17,561836	8,780918
	p12	399			
n18	p12	399	579,11	20,616316	10,308158
	p13	127,8			
	p227	52,31			
n19	p14	68,99	332,39	11,833084	5,916542
	p178	263,4			
n20	p15	107,7	342,03	12,176268	6,088134
	p46	203,2			
	p131	31,13			
n21	p15	107,7	360,1	12,81956	6,40978
	p16	252,4			
n22	p17	6,698	92,138	3,2801128	1,6400564
	p20	59,15			
	p139	26,29			
n23	p17	6,698	64,868	2,3093008	1,1546504
	p18	58,17			
n24	p18	58,17	144,14	5,131384	2,565692
	p19	85,97			
n25	p19	85,97	332,11	11,823116	5,911558
	p47	14,84			
	p190	231,3			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n26	p20	59,15	81,34	2,895704	1,447852
	p21	22,19			
n27	p21	22,19	24,19	0,861164	0,430582
	C27	2			
n28	p22	189,7	920,6	32,77336	16,38668
	p36	730,9			
n29	p22	189,7	192,756	6,8621136	3,4310568
	p23	3,056			
n30	p23	3,056	6,001	0,2136356	0,1068178
	p24	2,945			
n31	p24	2,945	5,877	0,2092212	0,1046106
	p25	2,932			
n32	p25	2,932	255,132	9,0826992	4,5413496
	p26	252,2			
n33	p26	252,2	258,541	9,2040596	4,6020298
	p27	6,341			
n34	p27	6,341	14,466	0,5149896	0,2574948
	p28	8,125			
n35	p28	8,125	15,917	0,5666452	0,2833226
	p29	7,792			
n36	p29	7,792	49,952	1,7782912	0,8891456
	p30	42,16			
n37	p30	42,16	124,25	4,4233	2,21165
	p31	82,09			
n38	p31	82,09	176,25	6,2745	3,13725
	p32	94,16			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n39	p32	94,16	206,62	7,355672	3,677836
	p90	76,09			
	p91	36,37			
n40	p33	91,65	737,75	26,2639	13,13195
	p34	646,1			
n41	p33	91,65	128,02	4,557512	2,278756
	p91	36,37			
n42	p34	646,1	1274,1	45,35796	22,67898
	p35	628			
n43	p92	93,24	857,54	30,528424	15,264212
	p116	263,5			
	p134	500,8			
n44	p36	730,9	1035,4	36,86024	18,43012
	p37	304,5			
n45	p37	304,5	561,6	19,99296	9,99648
	p179	257,1			
n46	n38	75,29476	75,29476	2,68049346	1,34024673
n47	n38	75,29476	217,49476	7,74281346	3,87140673
	p303	142,2			
n48	p39	39,31	169,05	6,01818	3,00909
	p44	86,37			
	p310	43,37			
n49	p39	39,31	91,12	3,243872	1,621936
	p81	51,81			
n50	p40	173,6	175,6	6,25136	3,12568
	C9	2			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n51	p40	173,6	386	13,7416	6,8708
	p301	212,4			
n54	p42	94,38	94,38	3,359928	1,679964
n55	p42	94,38	96,38	3,431128	1,715564
	C2	2			
n56	p43	212,8	567,9	20,21724	10,10862
	p302	355,1			
n57	p43	212,8	212,8	7,57568	3,78784
n58	p44	86,37	88,37	3,145972	1,572986
	C3	2			
n59	p45	218,8	218,9	7,79284	3,89642
n60	p45	218,8	598,78	21,316568	10,658284
	p147	77,58			
	p154	236,4			
	p176	66			
n61	p46	203,2	235,4	8,38024	4,19012
	p319	32,2			
n62	p47	14,84	53,37	1,899972	0,949986
	p48	38,53			
n63	p48	38,53	227,73	8,107188	4,053594
	p49	189,2			
n64	p49	189,2	317,8	11,31368	5,65684
	p326	128,6			
n65	p50	8,429	10,429	0,3712724	0,1856362
	C21	2			
n66	p50	8,429	14,144	0,5035264	0,2517632
	p51	5,715			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n67	p50	8,429	27,629	0,9835924	0,4917962
	p54	7,094			
	p181	4,583			
	C22	7,523			
n68	p52	13,89	13,89	0,494484	0,247242
n69	p52	13,89	32,247	1,1479932	0,5739966
	p328	3,497			
	p329	14,86			
n70	p53	8,853	14,189	0,5051284	0,2525642
	p188	1,839			
	p328	3,497			
n71	p53	8,853	13,789	0,4908884	0,2454442
	p183	4,936			
n72	p54	7,094	7,094	0,2525464	0,1262732
n73	p55	10,57	10,57	0,376292	0,188146
n74	p55	10,57	35,843	1,2760108	0,6380054
	p186	7,4			
	C22	7,523			
	C23	10,35			
n75	p56	24	91,44	3,255264	1,627632
	p57	67,44			
n76	p57	67,44	465,04	16,555424	8,277712
	p58	397,6			
n77	p58	397,6	656,4	23,36784	11,68392
	p59	258,8			
n78	p59	258,8	394,4	14,04064	7,02032
	p60	135,6			

**Annexe V: Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n79	p60	135,6	518	18,4408	9,2204
	p61	382,4			
n80	p61	382,4	1148,6	40,89016	20,44508
	p175	766,2			
n81	p62	226,2	226,2	8,05272	4,02636
n82	p62	226,2	374,5	13,3322	6,6661
	p63	148,3			
n83	p63	148,3	170,24	6,060544	3,030272
	p64	21,94			
n84	p64	21,94	56,88	2,024928	1,012464
	p65	34,94			
n85	p65	34,94	48,38	1,722328	0,861164
	p66	13,44			
n86	p66	13,44	15,44	0,549664	0,274832
	C17	2			
n87	p67	6,334	6,334	0,2254904	0,1127452
n88	p67	6,334	8,334	0,2966904	0,1483452
	C12	2			
n89	p68	78,79	80,79	2,876124	1,438062
	C4	2			
n90	p68	78,79	82,444	2,9350064	1,4675032
	p69	3,654			
n91	p69	3,654	10,353	0,3685668	0,1842834
	p70	6,699			
n92	p70	6,699	11,011	0,3919916	0,1959958
	p71	4,312			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n93	p71	4,312	21,142	0,7526552	0,3763276
	p72	16,83			
n94	p72	16,83	103,39	3,680684	1,840342
	p73	86,56			
n95	p73	86,56	128,92	4,589552	2,294776
	p74	42,36			
n96	p74	42,36	94,19	3,353164	1,676582
	p75	51,83			
n97	p75	51,83	69,83	2,485948	1,242974
	p76	18			
n98	C5	2	15,5	0,5518	0,2759
	C6	6			
	C7	7,5			
n99	p77	41,17	43,17	1,536852	0,768426
	C10	2			
n100	p77	41,17	71,1	2,53116	1,26558
	p78	29,93			
n101	p78	29,93	104,3	3,71308	1,85654
	p79	74,37			
n102	p79	74,37	741,57	26,399892	13,199946
	p80	667,2			
n103	p80	667,2	667,2	23,75232	11,87616
n104	p81	51,81	58,446	2,0806776	1,0403388
	p82	6,636			
n105	p82	6,636	12,667	0,4509452	0,2254726
	p83	6,031			
n106	p83	6,031	13,089	0,4659684	0,2329842
	p84	7,058			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n107	p84	7,058	24,258	0,8635848	0,4317924
	p85	17,2			
n108	p85	17,2	64,8	2,30688	1,15344
	p86	47,6			
n109	p86	47,6	50,713	1,8053828	0,9026914
	p87	3,113			
n110	p87	3,113	7,273	0,2589188	0,1294594
	p88	4,16			
n111	p88	4,16	7,094	0,2525464	0,1262732
	p89	2,934			
n112	p89	2,934	79,024	2,8132544	1,4066272
	p90	76,09			
n113	p92	93,24	280,24	9,976544	4,988272
	p93	187			
n114	p93	187	256,42	9,128552	4,564276
	p94	69,42			
n115	p94	69,42	256,92	9,146352	4,573176
	p95	187,5			
n116	p95	187,5	302,3	10,76188	5,38094
	p96	114,8			
n117	p96	114,8	176,16	6,271296	3,135648
	p97	61,36			
n118	p97	61,36	332,26	11,828456	5,914228
	p98	270,9			
n119	p98	270,9	317,82	11,314392	5,657196
	p99	46,92			
n120	p99	46,92	76,45	2,72162	1,36081

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n121	p100	29,53	54,28	1,932368	0,966184
	p101	24,75			
n122	p101	24,75	37,7	1,34212	0,67106
	p102	12,95			
n123	p102	12,95	30,09	1,071204	0,535602
	p103	17,14			
n124	p103	17,14	36,79	1,309724	0,654862
	p104	19,65			
n125	p104	19,65	90,88	3,235328	1,617664
	p105	71,23			
n126	p105	71,23	160	5,696	2,848
	p106	88,77			
n127	p106	88,77	165,7	5,89892	2,94946
	p107	76,93			
n128	p107	76,93	459,23	16,348588	8,174294
	p108	382,3			
n129	p108	382,3	1008,6	35,90616	17,95308
	p211	626,3			
n130	p109	207	207	7,3692	3,6846
n131	p109	207	855,1	30,44156	15,22078
	p110	648,1			
n132	C24	500	1285,6	45,76736	22,88368
	p110	648,1			
	p112	137,5			
n133	p111	108,5	108,5	3,8626	1,9313

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n134	p111	108,5	246	8,7576	4,3788
	p112	137,5			
n135	p113	97,17	99,17	3,530452	1,765226
	C25	2			
n136	p113	97,17	377,47	13,437932	6,718966
	p114	280,3			
n137	p114	280,3	365,22	13,001832	6,500916
	p115	84,92			
n138	p115	84,92	1475,92	52,542752	26,271376
	p199	1391			
n139	p116	263,5	271,548	9,6671088	4,8335544
	C28	8,048			
n140	p117	108,5	108,5	3,8626	1,9313
n141	p117	108,5	110,5	3,9338	1,9669
	C1	2			
n142	p118	3,486	3,486	0,1241016	0,0620508
n143	p118	3,486	66,286	2,3597816	1,1798908
	p119	62,8			
n144	p119	62,8	64,8	2,30688	1,15344
	C5	2			
n147	p122	117,3	117,3	4,17588	2,08794
n148	p122	117,3	283,7	10,09972	5,04986
	p123	166,4			
n149	p123	166,4	221,88	7,898928	3,949464
	p300	55,48			
n151	p125	13,06	15,06	0,536136	0,268068
	C11	2			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n152	p125	13,06	20,56	0,731936	0,365968
	C7	7,5			
n154	p127	7,368	7,368	0,2623008	0,1311504
n155	p127	7,368	12,716	0,4526896	0,2263448
	p128	5,348			
n156	p128	5,348	7,348	0,2615888	0,1307944
	C18	2			
n158	p130	313,8	321,848	11,4577888	5,7288944
	C28	8,048			
n159	p130	313,8	344,93	12,279508	6,139754
	p131	31,13			
n160	p131	31,13	53,63	1,909228	0,954614
	p132	22,5			
n161	p132	22,5	210,8	7,50448	3,75224
	p133	188,3			
n162	p133	188,3	283,19	10,081564	5,040782
	p311	94,89			
n163	p134	500,8	827,8	29,46968	14,73484
	p135	327			
n164	p135	327	419,96	14,950576	7,475288
	p136	92,96			
n165	p136	92,96	157,25	5,5981	2,79905
	p137	64,29			
n166	p137	64,29	244,89	8,718084	4,359042
	p138	180,6			
n167	p138	180,6	206,89	7,365284	3,682642
	p139	26,29			
	p245	172,2			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n169	p140	29,9	41,49	1,477044	0,738522
	C8	7,59			
	C9	2			
	C10	2			
n170	p140	29,9	32,704	1,1642624	0,5821312
	p141	1,262			
	p142	1,542			
n171	p141	1,262	62,452	2,2232912	1,1116456
	p313	61,19			
n172	p142	1,542	62,992	2,2425152	1,1212576
	p316	61,45			
n173	p143	24,64	240,64	8,566784	4,283392
	p323	216			
n174	p144	6,824	8,824	0,3141344	0,1570672
	C13	2			
n175	p144	6,824	20,084	0,7149904	0,3574952
	p145	13,26			
n176	p145	13,26	102,87	3,662172	1,831086
	p146	89,61			
n177	p146	89,61	317,11	11,289116	5,644558
	p240	227,5			
n178	p147	77,58	137,69	4,901764	2,450882
	p148	60,11			
n179	p148	60,11	117,38	4,178728	2,089364
	p149	57,27			
n181	p150	270,5	305,71	16,748732	8,374366
	p223	35,21			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n180	p149	57,27	470,47	10,883276	5,441638
	p150	270,5			
	p222	142,7			
n182	p151	140,5	357,5	12,727	6,3635
	p327	217			
n183	p151	140,5	151,37	5,388772	2,694386
	p152	10,87			
n184	p152	10,87	20,95	0,74582	0,37291
	p153	10,08			
n185	p153	10,08	246,48	8,774688	4,387344
	p154	236,4			
n186	p155	160,6	337,1	12,00076	6,00038
	p177	176,5			
n187	p155	160,6	339,8	12,09688	6,04844
	p156	179,2			
n188	p156	179,2	327	11,6412	5,8206
	p157	147,8			
n189	p157	147,8	259	9,2204	4,6102
	p228	111,2			
n190	p158	146,1	568,6	20,24216	10,12108
	p203	422,5			
n191	p159	235	653,4	23,26104	11,63052
	p160	418,4			
n192	p160	418,4	1510	53,756	26,878
	p161	325,4			
	p175	766,2			
n193	p161	325,4	421,97	15,022132	7,511066
	p162	96,57			

**Annexe V: Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n194	p162	96,57	339,57	12,088692	6,044346
	p163	243			
n195	p163	243	269,7	9,60132	4,80066
	p164	26,7			
n196	p164	26,7	158,9	5,65684	2,82842
	p241	132,2			
n197	p165	154,4	411,5	14,6494	7,3247
	p179	257,1			
n198	p165	154,4	624,1	22,21796	11,10898
	p166	469,7			
n199	p166	469,7	592	21,0752	10,5376
	p167	122,3			
n200	p167	122,3	1111,1	39,55516	19,77758
	p170	511,9			
	p171	476,9			
n201	p168	523,5	1035,4	36,86024	18,43012
	p170	511,9			
n202	p168	523,5	667,2	23,75232	11,87616
	p169	143,7			
n203	p169	143,7	504,2	17,94952	8,97476
	p173	138,1			
	p174	222,4			
n204	p171	476,9	886,8	31,57008	15,78504
	p172	409,9			
n205	p172	409,9	548	19,5088	9,7544
	p173	138,1			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n206	p176	66	242,5	8,633	4,3165
	p177	176,5			
n207	p178	263,4	380,7	13,55292	6,77646
	p122	117,3			
n209	p181	4,583	18,603	0,6622668	0,3311334
	p182	14,02			
n210	p182	14,02	18,956	0,6748336	0,3374168
	p183	4,936			
n211	p185	6,638	16,988	0,6047728	0,3023864
	C23	10,35			
n212	p185	6,638	8,638	0,3075128	0,1537564
	C16	2			
n213	p186	7,4	19,65	0,69954	0,34977
	p187	12,25			
n214	p187	12,25	14,089	0,5015684	0,2507842
	p188	1,839			
n215	p189	640,5	722,29	25,713524	12,856762
	p204	81,79			
n216	p4	233,3	464,6	16,53976	8,26988
	p190	231,3			
n217	p191	69,04	215,68	7,678208	3,839104
	p192	91,16			
	p300	55,48			
n218	p191	69,04	192,39	6,849084	3,424542
	p299	57,25			
	p336	66,1			
n219	p192	91,16	156,4	5,56784	2,78392
	p193	65,24			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n220	p193	65,24	72,83	2,592748	1,296374
	C8	7,59			
n222	p195	476,7	1387	49,3772	24,6886
	p198	910,3			
n223	p196	328,5	828,5	29,4946	14,7473
	C24	500			
n224	p196	328,5	2056,5	73,2114	36,6057
	p197	1728			
n225	p197	1728	2638,3	93,92348	46,96174
	p198	910,3			
n226	p199	1391	1401,364	49,8885584	24,9442792
	C29	10,364			
n227	C29	10,364	110,364	3,9289584	1,9644792
	p202	100			
n229	p201	434,6	1069,7	38,08132	19,04066
	p205	635,1			
n230	p201	434,6	534,6	19,03176	9,51588
	p202	100			
n231	p203	422,5	504,29	17,952724	8,976362
	p204	81,79			
n232	p205	635,1	866,3	30,84028	15,42014
	p210	231,2			
n233	p206	29,32	29,32	1,043792	0,521896
n234	p206	29,32	160,82	5,725192	2,862596
	p207	131,5			
n235	p207	131,5	368,7	13,12572	6,56286
	p208	237,2			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n236	p208	237,2	474,1	16,87796	8,43898
	p209	236,9			
n237	p209	236,9	432	15,3792	7,6896
	p232	195,1			
n238	p210	231,2	347,9	12,38524	6,19262
	p237	116,7			
n239	p211	626,3	630,454	22,4441624	11,2220812
	p212	4,154			
n240	p212	4,154	4,154	0,1478824	0,0739412
n241	p213	231,9	289,6	10,30976	5,15488
	p214	57,7			
n242	p214	57,7	230,5	8,2058	4,1029
	p215	172,8			
n243	p215	172,8	294	10,4664	5,2332
	p216	121,2			
n244	p216	121,2	205,35	7,31046	3,65523
	p217	84,15			
n245	p217	84,15	157,06	5,591336	2,795668
	p218	72,91			
n246	p218	72,91	192,31	6,846236	3,423118
	p219	119,4			
n247	p219	119,4	245,3	8,73268	4,36634
	p220	125,9			
n248	p220	125,9	143,6	5,11216	2,55608
	p221	17,7			
n249	p221	17,7	203,2	7,23392	3,61696
	p321	185,5			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n250	p223	35,21	100,02	3,560712	1,780356
	p224	64,81			
n251	p224	64,81	73,016	2,5993696	1,2996848
	p225	8,206			
n252	p225	8,206	39,126	1,3928856	0,6964428
	p226	30,92			
n253	p226	30,92	83,23	2,962988	1,481494
	p227	52,31			
n254	p228	111,2	203,87	7,257772	3,628886
	p229	92,67			
n255	p229	92,67	223,77	7,966212	3,983106
	p230	131,1			
n256	p230	131,1	200,8	7,14848	3,57424
	p231	69,7			
n257	p232	195,1	425,3	15,14068	7,57034
	p233	230,2			
n258	p233	230,2	277,17	9,867252	4,933626
	p234	46,97			
n259	p234	46,97	46,97	1,672132	0,836066
n260	p322	24,23	389,93	13,881508	6,940754
	p235	365,7			
n261	p235	365,7	447,89	15,944884	7,972442
	p236	82,19			
n262	p236	82,19	198,89	7,080484	3,540242
	p237	116,7			
n263	p238	234,9	450,9	16,05204	8,02602
	p323	216			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n264	p177	176,5	245,93	8,755108	4,377554
	p239	69,43			
n265	p240	227,5	313,79	11,170924	5,585462
	p324	86,29			
n266	p241	132,2	206,07	7,336092	3,668046
	p242	73,87			
n267	p242	73,87	137,11	4,881116	2,440558
	p243	63,24			
n268	p243	63,24	71,533	2,5465748	1,2732874
	p244	8,293			
n269	p244	8,293	10,293	0,3664308	0,1832154
	C13	2			
n270	p245	172,2	207,01	7,369556	3,684778
	p246	34,81			
n271	p246	34,81	55,18	1,964408	0,982204
	p255	20,37			
n272	p247	32,16	57,46	2,045576	1,022788
	p261	25,3			
n273	p247	32,16	40,529	1,4428324	0,7214162
	p248	8,369			
n274	p248	8,369	8,9124	0,31728144	0,15864072
	p249	0,5434			
n275	p249	0,5434	1,2198	0,04342488	0,02171244
	p250	0,6764			
n276	p250	0,6764	1,3581	0,04834836	0,02417418
	p251	0,6817			
n277	p251	0,6817	14,6617	0,52195652	0,26097826
	p252	13,98			

**Annexe V: Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n278	p252	13,98	46,77	1,665012	0,832506
	p253	32,79			
n279	p253	32,79	34,79	1,238524	0,619262
	C15	2			
n280	p254	60,78	183,08	6,517648	3,258824
	p167	122,3			
n281	p254	60,78	62,78	2,234968	1,117484
	C19	2			
n282	p255	20,37	20,37	0,725172	0,362586
	p256	43,58			
n283	p256	43,58	45,58	1,622648	0,811324
	C20	2			
n285	p257	31,74	88,94	3,166264	1,583132
	p258	57,2			
n286	p258	57,2	66,493	2,3671508	1,1835754
	p259	9,293			
n287	p259	9,293	110,593	3,9371108	1,9685554
	p260	101,3			
n288	p260	101,3	126,6	4,50696	2,25348
	p261	25,3			
n289	p262	32,22	35,72	1,271632	0,635816
	C30	3,5			
n290	p262	32,22	89,64	3,191184	1,595592
	p263	57,42			
n291	p263	57,42	66,925	2,38253	1,191265
	p264	9,505			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n292	p264	9,505	37,815	1,346214	0,673107
	p265	28,31			
n293	p265	28,31	102,9	3,66324	1,83162
	p266	74,59			
n294	p266	74,59	95,92	3,414752	1,707376
	p267	21,33			
n295	p268	200,9	395,3	14,07268	7,03634
	p282	194,4			
n296	p268	200,9	584,5	20,8082	10,4041
	p269	383,6			
n297	p269	383,6	397,16	14,138896	7,069448
	p270	13,56			
n298	p270	13,56	110,47	3,932732	1,966366
	p271	96,91			
n299	p271	96,91	128,65	4,57994	2,28997
	p257	31,74			
n300	p272	204,1	288,21	10,260276	5,130138
	p278	84,11			
n301	p272	204,1	700,8	24,94848	12,47424
	p273	496,7			
n302	p273	496,7	500,2	17,80712	8,90356
	C30	3,5			
n303	p274	102,8	187,27	6,666812	3,333406
	p285	84,47			
n304	p274	102,8	137,84	4,907104	2,453552
	p275	35,04			
n305	p275	35,04	682,44	24,294864	12,147432
	p276	647,4			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n306	p276	647,4	757,3	26,95988	13,47994
	p277	109,9			
n307	p277	109,9	194,01	6,906756	3,453378
	p278	84,11			
n308	p272	204,1	288,21	10,260276	5,130138
	p278	84,11			
n309	p279	103,9	138	4,9128	2,4564
	p280	34,1			
n310	p280	34,1	682,8	24,30768	12,15384
	p281	648,7			
n311	p281	648,7	843,1	30,01436	15,00718
	p282	194,4			
n312	p283	56,11	634,11	22,574316	11,287158
	p292	578			
n313	p283	56,11	200,21	7,127476	3,563738
	p284	144,1			
n314	p284	144,1	228,57	8,137092	4,068546
	p285	84,47			
n315	p286	53,19	233,89	8,326484	4,163242
	p298	180,7			
n316	p286	53,19	198,09	7,052004	3,526002
	p287	144,9			
n317	p287	144,9	229,92	8,185152	4,092576
	p288	85,02			
n318	p289	186,4	292,9	10,42724	5,21362
	p315	106,5			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n319	p289	186,4	235,25	8,3749	4,18745
	p290	48,85			
n320	p290	48,85	70,26	2,501256	1,250628
	p291	21,41			
n321	p291	21,41	599,41	21,338996	10,669498
	p292	578			
n322	p293	149,7	255,6	9,09936	4,54968
	p318	105,9			
n323	p293	149,7	233,2	8,30192	4,15096
	p294	83,5			
n324	p294	83,5	212,5	7,565	3,7825
	p295	129			
n325	p295	129	230,3	8,19868	4,09934
	p296	101,3			
n326	p296	101,3	288,2	10,25992	5,12996
	p297	186,9			
n327	p297	186,9	367,6	13,08656	6,54328
	p298	180,7			
n328	p299	57,25	59,25	2,1093	1,05465
	C11	2			
n329	p301	212,4	567,5	20,203	10,1015
	p302	355,1			
n330	p303	142,2	199,06	7,086536	3,543268
	p304	56,86			
n331	p304	56,86	100,52	3,578512	1,789256
	p305	43,66			
n332	p305	43,66	52,317	1,8624852	0,9312426
	p306	8,657			

**Annexe V : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe**  
(suite)

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n333	p306	8,657	43,847	1,5609532	0,7804766
	p307	35,19			
n334	p307	35,19	45,85	1,63226	0,81613
	p308	10,66			
n335	p308	10,66	76,91	2,737996	1,368998
	p309	66,25			
n336	p309	66,25	109,62	3,902472	1,951236
	p310	43,37			
n337	p311	94,89	335,69	11,950564	5,975282
	p312	240,8			
n338	p312	240,8	660,3	23,50668	11,75334
	p332	419,5			
n339	p313	61,19	94,68	3,370608	1,685304
	p314	33,49			
n340	p314	33,49	139,99	4,983644	2,491822
	p315	106,5			
n341	p316	61,45	96,51	3,435756	1,717878
	p317	35,06			
n342	p317	35,06	140,96	5,018176	2,509088
	p318	105,9			
n343	p319	32,2	81,88	2,914928	1,457464
	p320	49,68			
n344	p320	49,68	235,18	8,372408	4,186204
	p321	185,5			
n345	p322	24,23	154,23	5,490588	2,745294
	p325	130			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n346	p324	86,29	216,29	7,699924	3,849962
	p325	130			
n347	p326	128,6	345,6	12,30336	6,15168
	p327	217			
n348	p329	14,86	26,98	0,960488	0,480244
	p330	12,12			
n349	p330	12,12	71,39	2,541484	1,270742
	p331	59,27			
n350	p331	59,27	61,27	2,181212	1,090606
	C26	2			
n351	p332	419,5	421,907	15,0198892	7,5099446
	p333	2,407			
n352	p333	2,407	5,291	0,1883596	0,0941798
	p334	2,884			
n353	p334	2,884	5,1	0,18156	0,09078
	p335	2,216			
n354	p335	2,216	132,2	4,70632	2,35316
	p336	66,1			
Totale					611,07

$$\text{Alors ; } \sum Q_{\text{Nodaux}} = Q_{\text{max h}} = 611,07 \text{ l/s}$$

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie.**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n1	p1	23,57	524,27	6,82	3,41
	p56	24			
	p195	476,7			
n2	p1	23,57	29,57	0,38	0,19
	C6	6			
n4	p3	321	321	6,76	3,38
n5	p3	321	519,9	6,04	3,02
	p5	198,9			
n6	p4	233,3	464,6	6,18	3,09
	p190	231,3			
n7	p5	198,9	475,94	2,7	1,35
	p16	252,4			
	p143	24,64			
n8	p5	198,9	206,95	4,88	2,44
	p6	8,05			
n9	p6	8,05	375,45	9,72	4,86
	p7	367,4			
n10	p7	367,4	748,5	10,84	5,42
	p158	146,1			
	p159	235			
n11	p8	192,9	833,4	3,12	1,56
	p189	640,5			
n12	p8	192,9	239,82	5,68	2,84
	p99	46,92			
n13	p9	240	436,79	5,78	2,89
	p13	127,8			
	p14	68,99			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n14	p9	240	444,9	5,68	2,84
	p10	204,9			
n15	p10	204,9	436,8	1,22	0,61
	p213	231,9			
n16	p11	94,31	94,31	6,42	3,21
n17	p11	94,31	493,31	7,52	3,76
	p12	399			
n18	p12	399	579,11	4,32	2,16
	p13	127,8			
	p227	52,31			
n19	p14	68,99	332,39	4,44	2,22
	p178	263,4			
n20	p15	107,7	342,03	4,68	2,34
	p46	203,2			
	p131	31,13			
n21	p15	107,7	360,1	1,2	0,6
	p16	252,4			
n22	p17	6,698	92,138	0,84	0,42
	p20	59,15			
	p139	26,29			
n23	p17	6,698	64,868	1,88	0,94
	p18	58,17			
n24	p18	58,17	144,14	4,32	2,16
	p19	85,97			
n25	p19	85,97	332,11	1,06	0,53
	p47	14,84			
	p190	231,3			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n26	p20	59,15	81,34	0,32	0,16
	p21	22,19			
n27	p21	22,19	24,19	11,96	5,98
	C27	2			
n28	p22	189,7	920,6	2,5	1,25
	p36	730,9			
n29	p22	189,7	192,756	0,08	0,04
	p23	3,056			
n30	p23	3,056	6,001	0,44	0,22
	p24	2,945			
n31	p24	2,945	5,877	3,32	1,66
	p25	2,932			
n32	p25	2,932	255,132	3,36	1,68
	p26	252,2			
n33	p26	252,2	258,541	0,18	0,09
	p27	6,341			
n34	p27	6,341	14,466	0,2	0,1
	p28	8,125			
n35	p28	8,125	15,917	0,64	0,32
	p29	7,792			
n36	p29	7,792	49,952	1,62	0,81
	p30	42,16			
n37	p30	42,16	124,25	2,28	1,14
	p31	82,09			
n38	p31	82,09	176,25	2,68	1,34
	p32	94,16			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n39	p32	94,16	206,62	\	4,8
	p90	76,09			
	p91	36,37			
n40	p33	91,65	737,75	1,66	0,83
	p34	646,1			
n41	p33	91,65	128,02	16,56	8,28
	p91	36,37			
n42	p34	646,1	1274,1	11,14	5,57
	p35	628			
n43	p92	93,24	857,54	13,46	6,73
	p116	263,5			
	p134	500,8			
n44	p36	730,9	1035,4	7,3	3,65
	p37	304,5			
n45	p37	304,5	561,6	0,98	0,49
	p179	257,1			
n46	n38	75,29	75,29476	2,82	1,41
n47	n38	75,29	217,49476	2,2	1,1
	p303	142,2			
n48	p39	39,31	169,05	1,18	0,59
	p44	86,37			
	p310	43,37			
n49	p39	39,31	91,12	2,28	1,14
	p81	51,81			
n50	p40	173,6	175,6	5,02	2,51
	C9	2			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n51	p40	173,6	386	7,38	3,69
	p301	212,4			
n54	p42	94,38	94,38	2,76	1,38
n55	p42	94,38	96,38	1,14	0,57
	C2	2			
n56	p43	212,8	567,9	7,78	3,89
	p302	355,1			
n57	p43	212,8	212,8	3,06	1,53
n58	p44	86,37	88,37	0,68	0,34
	C3	2			
n59	p45	218,8	218,9	2,96	1,48
n60	p45	218,8	598,78	4,14	2,07
	p147	77,58			
	p154	236,4			
	p176	66			
n61	p46	203,2	235,4	0,14	0,07
	p319	32,2			
n62	p47	14,84	53,37	0,18	0,09
	p48	38,53			
n63	p48	38,53	227,73	0,36	0,18
	p49	189,2			
n64	p49	189,2	317,8	0,18	0,09
	p326	128,6			
n65	p50	8,429	10,429	0,42	0,21
	C21	2			
n66	p50	8,429	14,144	0,18	0,09
	p51	5,715			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n67	p50	8,429	27,629	0,18	0,09
	p54	7,094			
	p181	4,583			
	C22	7,523			
n68	p52	13,89	13,89	0,1	0,05
n69	p52	13,89	32,247	0,14	0,07
	p328	3,497			
	p329	14,86			
n70	p53	8,853	14,189	0,46	0,23
	p188	1,839			
	p328	3,497			
n71	p53	8,853	13,789	1,18	0,59
	p183	4,936			
n72	p54	7,094	7,094	6,04	3,02
n73	p55	10,57	10,57	8,54	4,27
n74	p55	10,57	35,843	5,12	2,56
	p186	7,4			
	C22	7,523			
	C23	10,35			
n75	p56	24	91,44	6,74	3,37
	p57	67,44			
n76	p57	67,44	465,04	14,94	7,47
	p58	397,6			
n77	p58	397,6	656,4	2,94	1,47
	p59	258,8			
n78	p59	258,8	394,4	4,86	2,43
	p60	135,6			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n79	p60	135,6	518	2,22	1,11
	p61	382,4			
n80	p61	382,4	1148,6	0,74	0,37
	p175	766,2			
n81	p62	226,2	226,2	0,62	0,31
n82	p62	226,2	374,5	0,2	0,1
	p63	148,3			
n83	p63	148,3	170,24	4,8	2,4
	p64	21,94			
n84	p64	21,94	56,88	0,1	0,05
	p65	34,94			
n85	p65	34,94	48,38	1,04	0,52
	p66	13,44			
n86	p66	13,44	15,44	1,08	0,54
	C17	2			
n87	p67	6,334	6,334	0,14	0,07
n88	p67	6,334	8,334	0,14	0,07
	C12	2			
n89	p68	78,79	80,79	0,28	0,14
	C4	2			
n90	p68	78,79	82,444	1,34	0,67
	p69	3,654			
n91	p69	3,654	10,353	1,34	0,67
	p70	6,699			
n92	p70	6,699	11,011	1,68	0,84
	p71	4,312			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n93	p71	4,312	21,142	1,22	0,61
	p72	16,83			
n94	p72	16,83	103,39	0,9	0,45
	p73	86,56			
n95	p73	86,56	128,92	4,04	2,02
	p74	42,36			
n96	p74	42,36	94,19	0,56	0,28
	p75	51,83			
n97	p75	51,83	69,83	0,92	0,46
	p76	18			
n98	C5	2	15,5	1,36	0,68
	C6	6			
	C7	7,5			
n99	p77	41,17	43,17	9,64	4,82
	C10	2			
n100	p77	41,17	71,1	0,76	0,38
	p78	29,93			
n101	p78	29,93	104,3	0,16	0,08
	p79	74,37			
n102	p79	74,37	741,57	0,18	0,09
	p80	667,2			
n103	p80	667,2	667,2	0,32	0,16
n104	p81	51,81	58,446	0,84	0,42
	p82	6,636			
n105	p82	6,636	12,667	0,66	0,33
	p83	6,031			
n106	p83	6,031	13,089	0,1	0,05
	p84	7,058			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n107	p84	7,058	24,258	0,1	0,05
	p85	17,2			
n108	p85	17,2	64,8	1,02	0,51
	p86	47,6			
n109	p86	47,6	50,713	3,64	1,82
	p87	3,113			
n110	p87	3,113	7,273	3,34	1,67
	p88	4,16			
n111	p88	4,16	7,094	3,34	1,67
	p89	2,934			
n112	p89	2,934	79,024	3,92	1,96
	p90	76,09			
n113	p92	93,24	280,24	2,28	1,14
	p93	187			
n114	p93	187	256,42	4,32	2,16
	p94	69,42			
n115	p94	69,42	256,92	4,14	2,07
	p95	187,5			
n116	p95	187,5	302,3	1	0,5
	p96	114,8			
n117	p96	114,8	176,16	0,7	0,35
	p97	61,36			
n118	p97	61,36	332,26	0,5	0,25
	p98	270,9			
n119	p98	270,9	317,82	0,38	0,19
	p99	46,92			
n120	p99	46,92	76,45	0,48	0,24

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
	p100	29,53			
n121	p100	29,53	54,28	1,18	0,59
	p101	24,75			
n122	p101	24,75	37,7	2,08	1,04
	p102	12,95			
n123	p102	12,95	30,09	2,16	1,08
	p103	17,14			
n124	p103	17,14	36,79	5,96	2,98
	p104	19,65			
n125	p104	19,65	90,88	13,1	6,55
	p105	71,23			
n126	p105	71,23	160	2,7	1,35
	p106	88,77			
n127	p106	88,77	165,7	11,12	5,56
	p107	76,93			
n128	p107	76,93	459,23	16,72	8,36
	p108	382,3			
n129	p108	382,3	1008,6	20	10
	p211	626,3			
n130	p109	207	207	3,2	1,6
n131	p109	207	855,1		10
	p110	648,1			
n132	C24	500	1285,6	4,9	2,45
	p110	648,1			
	p112	137,5			
n133	p111	108,5	108,5	4,74	2,37

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n134	p111	108,5	246	19,18	9,59
	p112	137,5			
n135	p113	97,17	99,17	3,52	1,76
	C25	2			
n136	p113	97,17	377,47	2,04	1,02
	p114	280,3			
n137	p114	280,3	365,22	1,44	0,72
	p115	84,92			
n138	p115	84,92	1475,92	6,2	3,1
	p199	1391			
n139	p116	263,5	271,548	0,86	0,43
	C28	8,048			
n140	p117	108,5	108,5	0,84	0,42
n141	p117	108,5	110,5	2,6	1,3
	C1	2			
n142	p118	3,486	3,486	3,68	1,84
n143	p118	3,486	66,286	2,88	1,44
	p119	62,8			
n144	p119	62,8	64,8	0,2	0,1
	C5	2			
n147	p122	117,3	117,3	0,26	0,13
n148	p122	117,3	283,7	4,8	2,4
	p123	166,4			
n149	p123	166,4	221,88	0,16	0,08
	p300	55,48			
n151	p125	13,06	15,06	0,08	0,04
	C11	2			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n152	p125	13,06	20,56	4,18	2,09
	C7	7,5			
n154	p127	7,368	7,368	4,48	2,24
n155	p127	7,368	12,716	0,7	0,35
	p128	5,348			
n156	p128	5,348	7,348	2,74	1,37
	C18	2			
n158	p130	313,8	321,848	3,68	1,84
	C28	8,048			
n159	p130	313,8	344,93	10,76	5,38
	p131	31,13			
n160	p131	31,13	53,63	5,44	2,72
	p132	22,5			
n161	p132	22,5	210,8	2,04	1,02
	p133	188,3			
n162	p133	188,3	283,19	3,18	1,59
	p311	94,89			
n163	p134	500,8	827,8	2,68	1,34
	p135	327			
n164	p135	327	419,96	0,54	0,27
	p136	92,96			
n165	p136	92,96	157,25	1	0,5
	p137	64,29			
n166	p137	64,29	244,89	0,42	0,21
	p138	180,6			
n167	p138	180,6	206,89	0,82	0,41
	p139	26,29			
	p245	172,2			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n169	p140	29,9	41,49	0,82	0,41
	C8	7,59			
	C9	2			
	C10	2			
n170	p140	29,9	32,704	3,12	1,56
	p141	1,262			
	p142	1,542			
n171	p141	1,262	62,452	0,12	0,06
	p313	61,19			
n172	p142	1,542	62,992	0,26	0,13
	p316	61,45			
n173	p143	24,64	240,64	1,34	0,67
	p323	216			
n174	p144	6,824	8,824	4,12	2,06
	C13	2			
n175	p144	6,824	20,084	1,78	0,89
	p145	13,26			
n176	p145	13,26	102,87	1,52	0,76
	p146	89,61			
n177	p146	89,61	317,11	6,12	3,06
	p240	227,5			
n178	p147	77,58	137,69	3,98	1,99
	p148	60,11			
n179	p148	60,11	117,38	4,64	2,32
	p149	57,27			
n181	p150	270,5	305,71	1,96	0,98
	p223	35,21			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n180	p149	57,27	470,47	10,883276	5,441638
	p150	270,5			
	p222	142,7			
n182	p151	140,5	357,5	12,727	6,3635
	p327	217			
n183	p151	140,5	151,37	5,388772	2,694386
	p152	10,87			
n184	p152	10,87	20,95	0,74582	0,37291
	p153	10,08			
n185	p153	10,08	246,48	8,774688	4,387344
	p154	236,4			
n186	p155	160,6	337,1	12,00076	6,00038
	p177	176,5			
n187	p155	160,6	339,8	12,09688	6,04844
	p156	179,2			
n188	p156	179,2	327	11,6412	5,8206
	p157	147,8			
n189	p157	147,8	259	9,2204	4,6102
	p228	111,2			
n190	p158	146,1	568,6	20,24216	10,12108
	p203	422,5			
n191	p159	235	653,4	23,26104	11,63052
	p160	418,4			
n192	p160	418,4	1510	53,756	26,878
	p161	325,4			
	p175	766,2			
n193	p161	325,4	421,97	15,022132	7,511066
	p162	96,57			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n194	p162	96,57	339,57	12,088692	6,044346
	p163	243			
n195	p163	243	269,7	9,60132	4,80066
	p164	26,7			
n196	p164	26,7	158,9	5,65684	2,82842
	p241	132,2			
n197	p165	154,4	411,5	14,6494	7,3247
	p179	257,1			
n198	p165	154,4	624,1	22,21796	11,10898
	p166	469,7			
n199	p166	469,7	592	21,0752	10,5376
	p167	122,3			
n200	p167	122,3	1111,1	39,55516	19,77758
	p170	511,9			
	p171	476,9			
n201	p168	523,5	1035,4	36,86024	18,43012
	p170	511,9			
n202	p168	523,5	667,2	23,75232	11,87616
	p169	143,7			
n203	p169	143,7	504,2	17,94952	8,97476
	p173	138,1			
	p174	222,4			
n204	p171	476,9	886,8	31,57008	15,78504
	p172	409,9			
n205	p172	409,9	548	19,5088	9,7544
	p173	138,1			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n206	p176	66	242,5	0,28	0,14
	p177	176,5			
n207	p178	263,4	380,7	4,38	2,19
	p122	117,3			
n209	p181	4,583	18,603	4,38	2,19
	p182	14,02			
n210	p182	14,02	18,956	4,42	2,21
	p183	4,936			
n211	p185	6,638	16,988	4,26	2,13
	C23	10,35			
n212	p185	6,638	8,638	3,36	1,68
	C16	2			
n213	p186	7,4	19,65	7,38	3,69
	p187	12,25			
n214	p187	12,25	14,089	8,5	4,25
	p188	1,839			
n215	p189	640,5	722,29	19,62	9,81
	p204	81,79			
n216	p4	233,3	464,6	5,48	2,74
	p190	231,3			
n217	p191	69,04	215,68	4,42	2,21
	p192	91,16			
	p300	55,48			
n218	p191	69,04	192,39	3,5	1,75
	p299	57,25			
	p336	66,1			
n219	p192	91,16	156,4	2,06	1,03
	p193	65,24			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n220	p193	65,24	72,83	26,74	13,37
	C8	7,59			
n222	p195	476,7	1387	34,3	17,15
	p198	910,3			
n223	p196	328,5	828,5	18,22	9,11
	C24	500			
n224	p196	328,5	2056,5	1,44	0,72
	p197	1728			
n225	p197	1728	2638,3	13,9	6,95
	p198	910,3			
n226	p199	1391	1401,364	6,94	3,47
	C29	10,364			
n227	C29	10,364	110,364	6,56	3,28
	p202	100			
n229	p201	434,6	1069,7	11,26	5,63
	p205	635,1			
n230	p201	434,6	534,6	0,38	0,19
	p202	100			
n231	p203	422,5	504,29	2,08	1,04
	p204	81,79			
n232	p205	635,1	866,3	6,16	3,08
	p210	231,2			
n233	p206	29,32	29,32	6,16	3,08
n234	p206	29,32	160,82	5,62	2,81
	p207	131,5			
n235	p207	131,5	368,7	4,52	2,26
	p208	237,2			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n236	p208	237,2	474,1	8,2	4,1
	p209	236,9			
n237	p209	236,9	432	3,76	1,88
	p232	195,1			
n238	p210	231,2	347,9	3	1,5
	p237	116,7			
n239	p211	626,3	630,454	3,76	1,88
	p212	4,154			
n240	p212	4,154	4,154	3	1,5
n241	p213	231,9	289,6	3,82	1,91
	p214	57,7			
n242	p214	57,7	230,5	2,66	1,33
	p215	172,8			
n243	p215	172,8	294	2,04	1,02
	p216	121,2			
n244	p216	121,2	205,35	2,5	1,25
	p217	84,15			
n245	p217	84,15	157,06	3,18	1,59
	p218	72,91			
n246	p218	72,91	192,31	1,86	0,93
	p219	119,4			
n247	p219	119,4	245,3	2,64	1,32
	p220	125,9			
n248	p220	125,9	143,6	1,3	0,65
	p221	17,7			
n249	p221	17,7	203,2	0,94	0,47
	p321	185,5			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n250	p223	35,21	100,02	0,5	0,25
	p224	64,81			
n251	p224	64,81	73,016	1,08	0,54
	p225	8,206			
n252	p225	8,206	39,126	2,66	1,33
	p226	30,92			
n253	p226	30,92	83,23	2,9	1,45
	p227	52,31			
n254	p228	111,2	203,87	2,6	1,3
	p229	92,67			
n255	p229	92,67	223,77	5,52	2,76
	p230	131,1			
n256	p230	131,1	200,8	3,6	1,8
	p231	69,7			
n257	p232	195,1	425,3	0,62	0,31
	p233	230,2			
n258	p233	230,2	277,17	5,06	2,53
	p234	46,97			
n259	p234	46,97	46,97	5,82	2,91
n260	p322	24,23	389,93	2,6	1,3
	p235	365,7			
n261	p235	365,7	447,89	5,86	2,93
	p236	82,19			
n262	p236	82,19	198,89	3,2	1,6
	p237	116,7			
n263	p238	234,9	450,9	4,08	2,04
	p323	216			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n264	p177	176,5	245,93	2,68	1,34
	p239	69,43			
n265	p240	227,5	313,79	1,78	0,89
	p324	86,29			
n266	p241	132,2	206,07	0,92	0,46
	p242	73,87			
n267	p242	73,87	137,11	0,14	0,07
	p243	63,24			
n268	p243	63,24	71,533	2,7	1,35
	p244	8,293			
n269	p244	8,293	10,293	0,72	0,36
	C13	2			
n270	p245	172,2	207,01	0,74	0,37
	p246	34,81			
n271	p246	34,81	55,18	0,52	0,26
	p255	20,37			
n272	p247	32,16	57,46	0,12	0,06
	p261	25,3			
n273	p247	32,16	40,529	0,02	0,01
	p248	8,369			
n274	p248	8,369	8,9124	0,02	0,01
	p249	0,5434			
n275	p249	0,5434	1,2198	0,18	0,09
	p250	0,6764			
n276	p250	0,6764	1,3581	0,6	0,3
	p251	0,6817			
n277	p251	0,6817	14,6617	0,46	0,23
	p252	13,98			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n278	p252	13,98	46,77	2,38	1,19
	p253	32,79			
n279	p253	32,79	34,79	0,82	0,41
	C15	2			
n280	p254	60,78	183,08	0,26	0,13
	p167	122,3			
n281	p254	60,78	62,78	0,6	0,3
	C19	2			
n282	p255	20,37	20,37	1,16	0,58
	p256	43,58			
n283	p256	43,58	45,58	0,86	0,43
	C20	2			
n285	p257	31,74	88,94	1,44	0,72
	p258	57,2			
n286	p258	57,2	66,493	1,64	0,82
	p259	9,293			
n287	p259	9,293	110,593	0,46	0,23
	p260	101,3			
n288	p260	101,3	126,6	1,16	0,58
	p261	25,3			
n289	p262	32,22	35,72	0,88	0,44
	C30	3,5			
n290	p262	32,22	89,64	0,5	0,25
	p263	57,42			
n291	p263	57,42	66,925	1,34	0,67
	p264	9,505			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n292	p264	9,505	37,815	1,24	0,62
	p265	28,31			
n293	p265	28,31	102,9	5,14	2,57
	p266	74,59			
n294	p266	74,59	95,92	7,6	3,8
	p267	21,33			
n295	p268	200,9	395,3	5,16	2,58
	p282	194,4			
n296	p268	200,9	584,5	1,44	0,72
	p269	383,6			
n297	p269	383,6	397,16	1,68	0,84
	p270	13,56			
n298	p270	13,56	110,47	3,74	1,87
	p271	96,91			
n299	p271	96,91	128,65	9,1	4,55
	p257	31,74			
n300	p272	204,1	288,21	6,5	3,25
	p278	84,11			
n301	p272	204,1	700,8	2,44	1,22
	p273	496,7			
n302	p273	496,7	500,2	1,78	0,89
	C30	3,5			
n303	p274	102,8	187,27	8,86	4,43
	p285	84,47			
n304	p274	102,8	137,84	9,84	4,92
	p275	35,04			
n305	p275	35,04	682,44	2,52	1,26
	p276	647,4			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n306	p276	647,4	757,3	3,74	1,87
	p277	109,9			
n307	p277	109,9	194,01	1,8	0,9
	p278	84,11			
n308	p272	204,1	288,21	8,88	4,44
	p278	84,11			
n309	p279	103,9	138	10,96	5,48
	p280	34,1			
n310	p280	34,1	682,8	8,24	4,12
	p281	648,7			
n311	p281	648,7	843,1	2,6	1,3
	p282	194,4			
n312	p283	56,11	634,11	2,98	1,49
	p292	578			
n313	p283	56,11	200,21	3,04	1,52
	p284	144,1			
n314	p284	144,1	228,57	2,58	1,29
	p285	84,47			
n315	p286	53,19	233,89	2,98	1,49
	p298	180,7			
n316	p286	53,19	198,09	3,8	1,9
	p287	144,9			
n317	p287	144,9	229,92	3,06	1,53
	p288	85,02			
n318	p289	186,4	292,9	0,92	0,46
	p315	106,5			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n319	p289	186,4	235,25	7,98	3,99
	p290	48,85			
n320	p290	48,85	70,26	3,32	1,66
	p291	21,41			
n321	p291	21,41	599,41	3,02	1,51
	p292	578			
n322	p293	149,7	255,6	2,76	1,38
	p318	105,9			
n323	p293	149,7	233,2	3	1,5
	p294	83,5			
n324	p294	83,5	212,5	3,74	1,87
	p295	129			
n325	p295	129	230,3	4,78	2,39
	p296	101,3			
n326	p296	101,3	288,2	2,84	1,42
	p297	186,9			
n327	p297	186,9	367,6	7,38	3,69
	p298	180,7			
n328	p299	57,25	59,25	2,58	1,29
	C11	2			
n329	p301	212,4	567,5	1,3	0,65
	p302	355,1			
n330	p303	142,2	199,06	0,68	0,34
	p304	56,86			
n331	p304	56,86	100,52	0,56	0,28
	p305	43,66			
n332	p305	43,66	52,317	0,6	0,3
	p306	8,657			

**Annexe VI : Détermination des débits de route et des débits nodaux cas de pointe plus d'incendie (suite)**

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n333	p306	8,657	43,847	1	0,5
	p307	35,19			
n334	p307	35,19	45,85	1,42	0,71
	p308	10,66			
n335	p308	10,66	76,91	4,36	2,18
	p309	66,25			
n336	p309	66,25	109,62	8,58	4,29
	p310	43,37			
n337	p311	94,89	335,69	1,26	0,63
	p312	240,8			
n338	p312	240,8	660,3	1,84	0,92
	p332	419,5			
n339	p313	61,19	94,68	1,06	0,53
	p314	33,49			
n340	p314	33,49	139,99	3,06	1,53
	p315	106,5			
n341	p316	61,45	96,51	2	1
	p317	35,06			
n342	p317	35,06	140,96	2,82	1,41
	p318	105,9			
n343	p319	32,2	81,88	4,5	2,25
	p320	49,68			
n344	p320	49,68	235,18	0,34	0,17
	p321	185,5			
n345	p322	24,23	154,23	0,92	0,46
	p325	130			

Nœuds	Tronçons	L <sub>i</sub> (m)	L <sub>i</sub> Total (m)	Q <sub>Route</sub> (l/s)	Q <sub>Nodaux</sub> (l/s)
n346	p324	86,29	216,29	0,8	0,4
	p325	130			
n347	p326	128,6	345,6	5,48	2,74
	p327	217			
n348	p329	14,86	26,98	0,06	0,03
	p330	12,12			
n349	p330	12,12	71,39	0,06	0,03
	p331	59,27			
n350	p331	59,27	61,27	1,72	0,86
	C26	2			
n351	p332	419,5	421,907	0,92	0,46
	p333	2,407			
n352	p333	2,407	5,291	5,48	2,74
	p334	2,884			
n353	p334	2,884	5,1	0,06	0,03
	p335	2,216			
n354	p335	2,216	132,2	39,12	19,56
	p336	66,1			
				Totale	628,07 l/s

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p1	25,51	172,03	172,03	220,4
p4	25,23	3,02	25,23	220,4
p5	23,22	23,22	23,22	352,6
p6	21,87	21,87	21,87	141
p7	19,43	19,43	19,43	79,2
p8	7,32	7,32	7,32	440,6
p9	3,32	3,32	3,32	220,4
p10	6,21	6,21	6,21	79,2
p11	12,72	12,72	12,72	96,8
p12	15,93	15,93	15,93	96,8
p13	12,34	12,34	12,34	96,8
p14	8,78	11,86	11,86	96,8
p15	43,17	43,17	43,17	277,6
p16	45,51	45,51	45,51	220,4
p17	74,44	74,44	74,44	79,2
p18	74,02	74,02	74,02	96,8
p19	73,08	73,08	73,08	555,2
p20	152,95	152,95	152,95	555,2
p21	153,47	153,47	153,47	352,6
p22	210,24	210,24	210,24	352,6
p23	208,99	208,99	208,99	352,6
p24	208,95	208,95	208,95	555,2
p25	208,95	208,95	208,95	96,8
p26	207,29	207,29	207,29	96,8
p27	205,61	205,61	205,61	110,2
p28	205,52	205,52	205,52	110,2

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p29	205,09	205,09	205,09	110,2
p30	204,28	204,28	204,28	176,2
p31	203,14	203,14	203,14	555,2
p32	76,01	76,01	76,01	79,2
p33	71,22	71,22	71,22	79,2
p34	62,94	62,94	62,94	79,2
p35	216,22	216,22	216,22	555,2
p36	25,94	25,94	25,94	352,6
p37	495,82	495,82	495,82	555,2
p38	122,3	122,3	122,3	555,2
p39	7,52	7,52	7,52	79,2
p40	2,37	2,37	2,37	79,2
p43	262,98	262,98	262,98	352,6
p44	33,4	33,4	33,4	79,2
p46	67,9	67,9	67,9	352,6
p47	67,56	67,56	67,56	352,6
p48	66,08	66,08	66,08	352,6
p49	111,08	425,58	425,58	352,6
p50	425,48	425,48	425,48	352,6
p51	10,09	10,09	10,09	79,2
p52	405,68	405,68	405,68	352,6
p53	10,05	10,05	10,05	79,2
p54	10,07	10,07	10,07	79,2
p55	213,1	213,1	213,1	352,6
p56	212,5	212,5	212,5	555,2
p57	209,48	209,48	209,48	220,4
p58	205,22	205,22	205,22	220,4
p59	202,65	202,65	202,65	220,4

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p60	202,65	202,65	202,65	220,4
p61	199,29	199,29	199,29	220,4
p62	1,47	1,47	1,47	79,2
p63	3,9	3,9	3,9	79,2
p64	5,01	5,01	5,01	141
p65	5,38	5,38	5,38	141
p66	5,69	5,69	5,69	141
p67	24	24	24	141
p68	28,07	28,07	28,07	141
p69	27,54	27,54	27,54	141
p70	27,47	27,47	27,47	141
p71	27,4	27,4	27,4	141
p72	27,26	27,26	27,26	141
p73	26,59	26,59	26,59	141
p74	25,75	25,75	25,75	96,8
p75	25,14	25,14	25,14	96,8
p76	24,69	24,69	24,69	352,6
p77	36,99	36,99	36,99	352,6
p78	36,53	36,53	36,53	555,2
p79	35,85	35,85	35,85	555,2
p81	122,89	122,89	122,89	555,2
p82	123,27	123,27	123,27	440,6
p83	123,35	123,35	123,35	440,6
p84	123,44	123,44	123,44	277,6
p85	123,59	123,59	123,59	277,6
p86	124,01	124,01	124,01	352,6

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p87	124,34	124,34	124,34	352,6
p88	124,39	124,39	124,39	352,6
p89	124,44	124,44	124,44	352,6
p90	124,95	124,95	124,95	352,6
p91	76,84	76,84	76,84	555,2
p92	31,67	31,67	31,67	220,4
p93	29,85	29,85	29,85	220,4
p94	28,18	28,18	28,18	220,4
p95	26,51	26,51	26,51	220,4
p96	24,55	24,55	24,55	220,4
p97	23,4	23,4	23,4	220,4
p98	21,25	21,25	21,25	220,4
p99	5,76	5,76	5,76	141
p100	5,26	5,26	5,26	141
p101	4,91	4,91	4,91	96,8
p102	4,67	4,67	4,67	96,8
p103	4,47	4,47	4,47	96,8
p104	4,23	4,23	4,23	96,8
p105	3,64	3,64	3,64	96,8
p106	2,6	2,6	2,6	96,8
p107	10,53	10,53	10,53	96,8
p108	10,46	10,46	10,46	96,8
p109	10,35	10,35	10,35	96,8
p110	6,9	6,9	6,9	96,8
p111	110	110	110	352,6
p112	108,4	108,4	108,4	352,6

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p113	152,65	152,65	152,65	555,2
p114	150,2	150,2	150,2	555,2
p115	147,83	147,83	147,83	555,2
p116	127,94	127,94	127,94	440,6
p117	102	102	102	440,6
p118	10	102	102	277,6
p119	9,57	9,57	9,57	277,6
p122	130	130	130	352,6
p123	128,16	128,16	128,16	352,6
p125	158,52	158,52	158,52	555,2
p127	24	24	24	96,8
p128	23,92	23,92	23,92	220,4
p130	131,79	131,79	131,79	440,6
p131	134,04	134,04	134,04	440,6
p132	134,38	134,38	134,38	440,6
p133	135,75	135,75	135,75	555,2
p134	153,63	153,63	153,63	440,6
p135	148,25	148,25	148,25	440,6
p136	145,53	145,53	145,53	440,6
p137	144,51	144,51	144,51	440,6
p138	142,92	142,92	142,92	440,6
p139	141,58	141,58	141,58	440,6
p140	210,84	210,84	210,84	555,2
p141	89,43	89,43	89,43	555,2
p142	121,2	121,2	121,2	555,2
p143	71,82	71,82	71,82	220,4
p144	96,04	96,04	96,04	352,6

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p145	96,17	96,17	96,17	352,6
p146	96,84	96,84	96,84	352,6
p147	39,52	39,52	39,52	277,6
p148	38,63	38,63	38,63	277,6
p149	37,87	37,87	37,87	277,6
p150	11,26	11,26	11,26	141
p151	53,05	53,05	53,05	277,6
p152	52,07	52,07	52,07	277,6
p153	51,93	51,93	51,93	277,6
p154	49,74	49,74	49,74	277,6
p155	12,56	12,56	12,56	96,8
p156	10,35	10,35	10,35	96,8
p157	11,77	11,77	11,77	79,2
p158	24,4	24,4	24,4	176,2
p159	9,83	9,83	9,83	110,2
p160	14,08	14,08	14,08	110,2
p161	167,93	167,93	167,93	555,2
p162	165,18	165,18	165,18	555,2
p163	162,98	162,98	162,98	555,2
p164	161,22	161,22	161,22	555,2
p165	19,61	19,61	19,61	176
p166	15,56	15,56	15,56	141
p167	11,71	11,71	11,71	141
p168	5,67	5,67	5,67	176,2
p169	10,01	10,01	10,01	220,4
p170	7,06	7,06	7,06	110,2
p171	8,43	8,43	8,43	110,2

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p172	2,33	2,33	2,33	110,2
p173	5,9	5,9	5,9	110,2
p174	19,18	19,18	19,18	220,4
p175	191,82	191,82	191,82	555,2
p176	6,33	6,33	6,33	110,2
p177	4,75	4,75	4,75	110,2
p178	14,02	14,02	14,02	220,4
p179	22,29	22,29	22,29	220,4
p181	470,01	470,01	470,01	555,2
p182	470,89	470,89	470,89	555,2
p183	470,77	470,77	470,77	555,2
p185	439,28	439,28	439,28	555,2
p186	441,12	441,12	441,12	555,2
p187	441	441	441	555,2
p188	441,91	441,91	441,91	555,2
p189	12,73	12,73	12,73	141
p190	3,02	3,02	3,02	141
p191	182,95	182,95	182,95	352,6
p192	308,26	308,26	308,26	440,6
p193	307,24	307,24	307,24	440,6
p195	44,48	44,48	44,48	277,6
p196	87,76	87,76	87,76	277,6
p197	74,39	74,39	74,39	277,6
p198	57,24	57,24	57,24	277,6
p199	138,23	138,23	138,23	555,2
p201	124,93	124,93	124,93	352,6

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p202	79,41	128,41	128,41	440,6
p203	20,71	20,71	20,71	176,2
P204	17,43	17,43	17,43	176
p205	78,14	117,98	117,98	352,6
p206	2,55	7,83	7,83	96,8
p207	4,23	6,79	6,79	98,6
p208	1,44	3,71	3,71	98,6
p209	0,22	1,62	1,62	98,6
p210	88,15	112,35	112,35	352,6
p211	5,81	8,01	8,01	110,2
p213	7,88	9,05	9,05	220,4
p214	9,39	10,93	10,93	220,4
p215	4,34	12,43	12,43	220,4
p216	10,44	14,34	14,34	220,4
p217	5,79	15,67	15,67	220,4
p218	16,69	16,69	16,69	277,6
p219	17,94	17,94	17,94	277,6
p220	19,54	19,54	19,54	277,6
p221	18,42	20,47	20,47	277,6
p222	23,55	20,02	23,55	220,4
p223	9,27	9,27	9,27	110,2
p224	8,62	8,62	8,62	110,2
p225	8,15	8,15	8,15	110,2
p226	7,9	7,9	7,9	110,2
p227	7,36	7,36	7,36	110,2
p228	3,46	3,46	3,46	110
p229	4,78	4,78	4,78	110
p230	6,24	6,24	6,24	110

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p231	7,54	13,15	13,15	110
p232	2,18	2,18	2,18	110,2
p233	4,95	1,18	4,95	96,8
p234	6,75	6,75	6,75	96,8
p235	105,88	105,88	105,88	352,6
p236	108,79	108,79	108,79	352,6
p237	110,09	110,09	110,09	352,6
p238	76,31	76,31	76,31	277,6
p239	77,91	77,91	77,91	277,6
p240	98,9	98,9	98,9	352,6
p241	160,19	160,19	160,19	555,2
p242	158,85	158,85	158,85	555,2
p243	157,96	157,96	157,96	555,2
p244	157,5	157,5	157,5	555,2
p245	141,31	141,31	141,31	440,6
p246	139,96	139,96	139,96	440,6
p247	78,52	78,52	78,52	555,2
p248	78,25	78,25	78,25	277,6
p249	78,2	78,2	78,2	277,6
p250	78,19	78,19	78,19	277,6
p251	74,07	78,18	78,18	277,6
p252	78,08	78,08	78,08	277,6
p253	77,78	77,78	77,78	277,6
p254	77,36	77,36	77,36	277,6
p255	139,6	139,6	139,6	440,6
p256	139,47	139,47	139,47	440,6
p258	80,86	80,86	80,86	277,6

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p259	80,43	80,43	80,43	277,6
p260	79,71	79,71	79,71	277,6
p261	78,89	78,89	78,89	277,6
p262	81,11	81,11	81,11	277,6
p263	80,53	80,53	80,53	277,6
p264	80,09	80,09	80,09	277,6
p265	79,85	79,85	79,85	277,6
p266	79,18	79,18	79,18	277,6
p267	78,55	78,55	78,55	277,6
p268	89,37	89,37	89,37	440,6
p269	85,57	85,57	85,57	440,6
p270	82,99	82,99	82,99	352,6
p271	82,28	82,28	82,28	352,6
p272	89,15	89,15	89,15	440,6
p273	84,59	84,59	84,59	440,6
p274	102,53	102,53	102,53	555,2
p275	101,64	101,64	101,64	555,2
p276	97,2	97,2	97,2	555,2
p277	92,28	92,28	92,28	555,2
p278	91,02	91,02	91,02	555,2
p279	102,76	102,76	102,76	440,6
p280	101,86	101,86	101,86	440,6
p281	97,42	97,42	97,42	277,6
p282	91,94	91,94	91,94	277,6
p283	16,13	106,53	106,53	440,6
p284	22,38	105,23	105,23	440,6

## Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p285	103,75	103,75	103,75	220,4
p286	107,41	107,41	107,41	220,4
p287	106,12	106,12	106,12	220,4
p288	104,63	104,63	104,63	220,4
p289	116,63	116,63	116,63	220,4
p290	115,1	115,1	115,1	220,4
p291	114,64	114,64	114,64	555,2
p292	110,66	110,66	110,66	555,2
p293	117,59	117,59	117,59	555,2
p294	116,07	116,07	116,07	555,2
p295	114,69	59,12	114,69	555,2
p296	113,19	113,19	113,19	555,2
p297	111,32	111,32	111,32	555,2
p298	108,93	108,93	108,93	555,2
p299	16,62	16,62	16,62	110,2
p300	126,71	126,71	126,71	352,6
p301	5,01	5,01	5,01	110,2
p302	1,32	1,32	1,32	96,8
p303	145,86	145,86	145,86	440,6
p304	144,56	144,56	144,56	440,6
p305	143,91	143,91	143,91	440,6
p306	143,57	143,57	143,57	440,6
p307	143,28	143,28	143,28	440,6
p308	142,99	142,99	142,99	440,6
p309	142,49	142,49	142,49	440,6
p310	141,78	141,78	141,78	440,6
p311	210,96	210,96	210,96	555,2

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
p313	208,77	208,77	208,77	141
p314	89,02	89,02	89,02	141
p315	88,41	88,41	88,41	141
p316	87,5	87,5	87,5	141
p317	120,79	120,79	120,79	555,2
p318	120,16	120,16	120,16	555,2
p319	119,25	119,25	119,25	555,2
p320	23,85	23,85	23,85	220,4
p321	23,32	23,32	23,32	277,6
p322	21,79	21,79	21,79	277,6
p323	103,35	103,35	103,35	352,6
p324	73,38	73,38	73,38	277,6
p325	100,94	100,94	100,94	352,6
p326	102,35	102,35	102,35	352,6
p327	64,02	64,02	64,02	277,6
p328	61,77	61,77	61,77	277,6
p329	123,94	312,49	312,49	277,6
p330	123,91	312,19	312,19	277,6
p331	123,20	312,02	312,02	277,6
p332	122,74	312,55	312,55	277,6
p333	204,48	204,48	204,48	555,2
p334	201,74	201,74	201,74	555,2
p335	201,71	201,71	201,71	555,2
p336	201,67	201,67	201,67	555,2
C1	200,81	200,81	200,81	555,2
C3	101,28	101,28	101,28	277,6
C4	262,4	262,4	262,4	277,6
C5	28,6	28,6	28,6	141

**Annexe VII : la répartition des débits et diamètres des tronçons.**

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
C6	9,15	9,15	9,15	440,6
C7	172,22	172,22	172,22	440,6
C8	158,39	158,39	158,39	440,6
C9	60,77	86,77	86,77	141
C10	8,66	8,66	8,66	352,6
C11	37,27	37,27	37,27	555,2
C12	158,62	158,62	158,62	176,2
C13	23,95	23,95	23,95	352,6
C14	95,98	95,98	95,98	440,6
C15	157,43	157,43	157,43	440,6
C16	77,55	77,55	77,55	277,6
C17	39,59	199,34	199,34	110,2
C18	5,79	5,79	5,79	220,4
C19	23,88	23,88	23,88	440,6
C20	76,96	76,96	76,96	440,6
C21	139,18	139,18	139,18	440,6
C22	59,57	125,64	125,64	440,6
C23	19,25	19,25	19,25	110,2
C26	39,71	93,14	93,14	352,6
C28	93,14	153,63	153,63	176,2
C29	122,15	129,7	129,7	440,6
p257	153,63	129,13	129,13	440,6
C30	129,7	81,44	81,44	440,6
c31	129,13	81,34	129,13	440,6
C32	81,44	12,11	81,44	220,4

Tronçons	Q <sub>point</sub> (l/s)	Q <sub>point + inc</sub> (l/s)	Q <sub>max</sub> (l/s)	D <sub>intérieur</sub> (mm)
C33	348,55	7,05	7,05	96,8
C34	81,34	31,03	31,03	352,6
C35	12,11	3,75	12,11	79,2
C36	248,89	248,89	248,89	555,2
C37	52,65	52,65	52,65	555,2
C38	55,22	55,22	55,22	555,2
C25	345,2	345,2	345,2	555,2
C2	103,75	348,55	348,55	555,2

**Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	PertCharge (m/km)
p1	23,57	172,03	0,71	0,73
p4	233,3	3,02	0,32	1,17
p5	198,9	23,22	1,49	1,91
p6	8,05	21,87	1,4	1,18
p7	367,4	19,43	1,24	1,22
p8	192,9	7,32	0,47	1,78
p9	240	3,32	0,49	0,05
p10	204,9	6,21	0,61	0,15
p11	94,31	12,72	1,03	1,54
p12	399	15,93	1,02	7,73
p13	127,8	12,34	1,29	1,53
p14	68,99	11,86	0,41	0,48
p15	107,7	43,17	0,71	1,7
p16	252,4	45,51	0,43	0,19
p17	6,698	74,44	1,23	1,81
p18	58,17	74,02	1,22	1,75
p19	85,97	73,08	1,21	1,64
p20	59,15	152,95	0,63	0,58
p21	22,19	153,47	0,63	0,59
p22	189,7	210,24	0,87	1,07
p23	3,056	208,99	0,86	1,05
p24	2,945	208,95	0,86	1,05
p25	31,69	208,95	0,86	1,05

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p26	252,2	207,29	0,86	1,04
p27	6,341	205,61	0,85	1,02
p28	8,125	205,52	0,85	1,02
p29	7,792	205,41	0,85	1,02
p30	42,16	205,09	0,85	1,02
p31	82,09	204,28	0,84	1,01
p32	94,16	203,14	0,84	1
p33	91,65	76,01	0,5	0,49
p34	646,1	71,22	0,73	1,33
p35	628	62,94	0,64	1,05
p36	730,9	216,22	0,89	1,12
p37	127,8	25,94	0,68	2,06
p38	68,99	495,82	1,05	2,56
p39	107,7	122,3	1,25	3,72
p40	252,4	7,52	0,48	1,87
p43	6,698	2,37	0,48	3,85
p44	58,17	262,98	1,72	5,27
p46	85,97	33,4	0,88	3,33
p47	59,15	67,9	1,12	4,03
p48	22,19	67,56	1,12	3,99
p49	189,7	66,08	1,09	3,83
p50	3,056	425,58	1,5	0,66
p51	2,945	425,48	1,5	0,67
p52	31,69	10,09	0,82	0,5
p53	252,2	405,68	1,5	0,66
p54	6,341	1,05	1,01	1,01
p55	8,125	10,07	1,41	0,99

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p56	7,792	-213,1	0,88	1,09
p57	42,16	-212,5	0,88	1,09
p58	82,09	-209,48	0,87	1,06
p59	94,16	-205,22	0,85	1,02
p60	91,65	-202,65	0,84	0,99
p61	646,1	-199,29	0,82	0,96
p62	628	-1,47	0,52	0,6
p63	730,9	-3,9	0,53	3,59
p64	21,94	-5,01	0,53	3
p65	34,94	-5,38	0,56	3,42
p66	13,44	-5,69	0,6	3,81
p67	6,334	24	0,98	5,48
p68	78,79	-28,07	0,82	0,03
p69	3,654	-27,54	0,61	0,03
p70	6,699	-27,47	0,61	0,02
p71	4,312	-27,4	0,61	0,03
p72	16,83	-27,26	0,61	0,02
p73	86,56	-26,59	0,61	0,02
p74	42,36	-25,75	0,61	0,02
p75	51,83	-25,14	0,6	0,02
p76	18	-24,69	0,6	0,02
p77	41,17	36,99	0,48	0,39
p78	29,93	36,53	0,47	0,38
p79	74,37	35,85	0,47	0,37
p81	51,81	-122,89	1,26	3,76
p82	6,636	-123,27	1,26	3,78
p83	6,031	-123,35	1,26	3,78

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p84	7,058	-123,44	1,26	3,79
p85	17,2	-123,59	1,27	3,8
p86	47,6	-124,01	1,27	3,82
p87	3,113	-124,34	1,27	3,84
p88	4,16	-124,39	1,27	3,85
p89	2,934	-124,44	1,27	3,85
p90	76,09	-124,95	1,28	3,88
p91	36,37	76,84	0,42	0,16
p92	93,24	31,67	0,83	3,01
p93	187	29,85	0,78	2,69
p94	69,42	28,18	0,74	2,41
p95	187,5	26,51	0,69	2,15
p96	114,8	24,55	0,64	1,86
p97	61,36	23,4	0,61	1,7
p98	270,9	21,25	0,56	1,42
p99	46,92	5,76	0,57	1,14
p100	29,53	5,26	0,54	0,97
p101	24,75	4,91	0,51	0,85
p102	12,95	4,67	0,43	0,78
p103	17,14	4,47	0,59	0,72
p104	19,65	4,23	0,67	0,65
p105	71,23	3,64	0,63	0,49
p106	88,77	2,6	0,57	0,27
p107	76,93	1,53	0,51	0,1
p108	382,3	-1,46	0,49	0,1

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p109	207	-1,35	0,18	0,51
p110	648,1	-6,9	0,94	1,52
p111	108,5	110	1,13	3,04
p112	137,5	108,4	1,11	2,95
p113	97,17	152,65	0,63	0,58
p114	280,3	150,2	0,62	0,56
p115	84,92	147,83	0,61	0,55
p116	263,5	127,94	0,84	1,32
p117	108,5	102	0,67	0,86
p118	3,486	10	0,17	0,11
p119	62,8	9,57	0,16	0,1
p122	117,3	130	1,33	2,19
p123	166,4	128,16	1,31	2,07
p125	13,06	158,52	0,65	0,62
p127	7,368	24	0,63	1,78
p128	5,348	23,92	0,63	1,77
p130	313,8	-131,79	0,86	1,4
p131	31,13	-134,04	0,88	1,44
p132	22,5	-134,38	0,88	1,45
p133	188,3	-135,75	0,56	0,47
p134	500,8	153,63	1,01	1,87
p135	327	148,25	0,97	1,75
p136	92,96	145,53	0,95	1,69
p137	64,29	144,51	0,95	1,67
p138	180,6	142,92	0,94	1,63
p139	26,29	141,58	0,93	1,6
p140	29,9	210,84	0,87	1,07

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p141	1,262	89,43	0,37	0,21
p142	1,542	121,2	0,5	0,38
p143	24,64	-71,82	1,88	1,49
p144	6,824	-96,04	0,98	2,34
p145	13,26	-96,17	0,98	2,35
p146	89,61	-96,84	0,99	2,38
p147	77,58	39,52	0,65	1,44
p148	60,11	38,63	0,64	1,38
p149	57,27	37,87	0,63	1,33
p150	270,5	11,26	0,72	2
p151	140,5	53,05	0,88	2,52
p152	10,87	52,07	0,86	2,43
p153	8,048	51,93	0,86	2,42
p154	236,4	49,74	0,82	2,23
p155	160,6	2,56	0,57	0,87
p156	179,2	0,35	0,44	0,03
p157	147,8	-1,77	0,79	0,45
p158	146,1	24,4	1	2,65
p159	235	-9,83	1,03	1,71
p160	418,4	-14,08	1,48	1,31
p161	325,4	-167,93	0,69	0,7
p162	96,57	-165,18	0,68	0,67
p163	243	-162,98	0,67	0,66
p164	26,7	-161,22	0,67	0,64
p165	154,4	19,61	0,81	1,75
p166	469,7	15,56	1	2,39
p167	122,3	11,71	0,75	2,31

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p168	523,5	-5,67	0,43	0,37
p169	143,7	-10,01	0,46	0,35
p170	511,9	1,06	0,51	0,18
p171	476,9	3,43	0,46	1,48
p172	409,9	-2,33	0,54	0,73
p173	138,1	-5,9	0,62	2,07
p174	222,4	-19,18	0,5	1,17
p175	766,2	-191,82	0,79	0,9
p176	66	6,33	0,66	4,64
p177	176,5	4,75	0,5	2,71
p178	263,4	-14,02	0,77	0,65
p179	257,1	22,29	0,58	1,55
p181	4,583	-206,01	1,5	0,66
p182	14,02	-205,89	1,5	0,66
p183	4,936	-205,77	1,5	0,66
p185	6,638	-199,28	1,4	0,58
p186	7,4	-118,12	1,74	0,99
p187	12,25	-118	1,74	0,99
p188	1,839	-117,91	1,74	0,99
p189	640,5	12,73	0,82	4,05
p190	231,3	3,02	0,19	0,35
p191	69,04	-182,95	1,17	8,1
p192	91,16	308,26	2,02	4,17
p193	65,24	307,24	2,02	4,12
p195	476,7	-44,48	0,73	1,8
p196	328,5	87,76	1,45	4,6
p197	1728	74,39	1,23	4,8

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p198	910,3	57,24	0,95	2,91
p199	1391	-138,23	0,57	0,48
p201	434,6	-124,93	1,28	3,88
p202	100	-128,41	0,84	1,33
p203	422,5	20,71	0,85	4,14
p204	81,79	17,43	0,72	3
p205	635,1	-117,98	1,21	3,47
p206	29,32	7,83	1,06	3,37
p207	131,5	6,79	0,89	3,28
p208	237,2	3,71	0,49	2,97
p209	236,9	0,62	0,08	0,12
p210	231,2	-112,35	1,15	3,16
p211	626,3	-8,01	0,84	3,26
p213	231,9	-9,05	0,24	0,29
p214	57,7	-10,93	0,29	0,41
p215	172,8	-12,43	0,33	0,52
p216	121,2	-14,34	0,38	0,68
p217	84,15	-15,67	0,41	0,8
p218	72,91	-16,69	0,48	0,29
p219	119,4	-17,94	0,43	0,33
p220	125,9	-19,54	0,42	0,39
p221	17,7	-20,47	0,54	0,42
p222	142,7	-23,55	0,62	1,72
p223	35,21	9,27	0,97	4,58
p224	64,81	8,62	0,9	4,34
p225	8,206	8,15	0,85	4,49
p226	30,92	7,9	0,83	4,06

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p227	52,31	7,36	0,77	4,17
p228	111,2	-3,46	0,36	1,52
p229	92,67	-4,78	0,5	2,77
p230	131,1	-6,24	0,66	4,56
p231	69,7	-7,54	0,79	3,53
p232	195,1	-2,18	0,53	0,65
p233	230,2	-4,95	0,67	3,6
p234	46,97	-6,75	0,92	1,07
p235	365,7	-105,88	1,08	2,82
p236	82,19	-108,79	1,11	2,97
p237	116,7	-110,09	1,13	3,04
p238	234,9	-76,31	1,26	3,04
p239	69,43	-77,91	1,29	3,25
p240	227,5	-98,9	1,01	2,48
p241	132,2	-160,19	0,66	0,64
p242	73,87	-158,85	0,66	0,63
p243	63,24	-157,96	0,65	0,62
p244	8,293	-157,5	0,65	0,62
p245	172,2	141,31	0,93	1,6
p246	34,81	139,96	0,92	1,57
p247	32,16	78,52	0,52	0,17
p248	8,369	78,25	0,52	0,17
p249	0,5434	78,2	0,52	0,15
p250	0,6764	78,19	0,52	0,17
p251	0,6817	78,18	0,52	0,16
p252	13,98	78,08	0,52	0,17
p253	32,79	77,78	0,52	0,16

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p254	60,78	77,36	0,42	0,16
p255	20,37	139,6	0,92	1,56
p256	43,58	139,47	0,91	1,56
p258	57,2	80,86	0,63	0,18
p259	9,293	80,43	0,63	0,17
p260	101,3	79,71	0,63	0,17
p261	25,3	78,89	0,63	0,17
p262	32,22	81,11	0,74	0,18
p263	57,42	80,53	0,73	0,17
p264	9,505	80,09	0,73	0,17
p265	28,31	79,85	0,73	0,17
p266	74,59	79,18	0,73	0,17
p267	21,33	78,55	0,72	0,17
p268	200,9	89,37	0,77	0,21
p269	383,6	85,57	0,75	0,2
p270	13,56	82,99	0,85	1,77
p271	96,91	82,28	0,54	0,18
p272	204,1	89,15	0,47	0,21
p273	496,7	84,59	0,45	0,19
p274	102,8	102,53	0,49	0,27
p275	35,04	101,64	0,49	0,27
p276	647,4	97,2	0,49	0,25
p277	109,9	92,28	0,58	0,23
p278	84,11	91,02	0,58	0,22
p279	103,9	102,76	0,52	0,28
p280	34,1	101,86	0,52	0,27
p281	648,7	97,42	0,5	0,25

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p282	194,4	91,94	0,58	0,22
p283	56,11	106,53	0,54	0,29
p284	144,1	105,23	0,53	0,29
p285	84,47	103,75	0,53	0,28
p286	53,19	107,41	0,54	0,3
p287	144,9	106,12	0,54	0,29
p288	85,02	104,63	0,53	0,29
p289	186,4	116,63	0,58	0,35
p290	48,85	115,1	0,58	0,34
p291	21,41	114,64	0,57	0,34
p292	578	110,66	0,56	0,32
p293	149,7	117,59	0,59	0,35
p294	83,5	116,07	0,48	0,35
p295	129	114,69	0,47	0,34
p296	101,3	113,19	0,47	0,33
p297	186,9	111,32	0,46	0,32
p298	180,7	108,93	0,55	0,31
p299	57,25	16,62	0,67	0,01
p300	55,48	126,71	1,3	2,98
p301	212,4	5,01	0,53	3
p302	355,1	1,32	0,18	0,5
p303	142,2	145,86	0,96	1,69
p304	56,86	144,56	0,95	1,67
p305	43,66	143,91	0,94	1,65
p306	8,657	143,57	0,94	1,64
p307	35,19	143,28	0,94	1,64
p308	10,66	142,99	0,94	1,63

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p309	66,25	142,49	0,93	1,62
p310	43,37	141,78	0,93	1,61
p311	94,89	210,96	0,87	1,07
p312	240,8	208,77	0,86	1,05
p313	61,19	89,02	0,37	0,21
p314	33,49	88,41	0,37	0,21
p315	106,5	87,5	0,36	0,2
p316	61,45	120,79	0,5	0,37
p317	35,06	120,16	0,5	0,37
p318	105,9	119,25	0,49	0,36
p319	32,2	23,85	0,63	1,76
p320	49,68	23,32	0,39	0,54
p321	185,5	21,79	0,36	0,47
p322	24,23	-103,35	1,06	1,69
p323	216	-73,38	1,21	1,68
p324	86,29	-100,94	1,03	1,58
p325	130	-102,35	1,05	1,64
p326	128,6	64,02	1,06	1,6
p327	217	61,77	1,02	1,36
p328	3,497	-123,49	1,59	1,1
p329	14,86	-123,19	1,59	1,09
p330	12,12	-123,02	1,59	1,09
p331	59,27	-122,55	1,58	1,09
p332	419,5	204,48	0,84	1,01
p333	2,407	201,74	0,83	0,99
p334	2,884	201,71	0,83	0,98
p335	2,216	201,67	0,83	0,99

## Annexe VIII : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté (suite)

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p336	66,1	200,81	0,83	0,98
C1	440,6	-101,28	0,66	0,85
C3	440,6	-262,4	1,72	5,25
C4	2	-28,6	0,12	0,03
C5	2	9,15	0,96	3,33
C6	6	172,22	0,71	0,73
C7	7,5	158,39	0,65	0,62
C8	7,59	306,77	2,01	7,1
C9	2	-8,66	0,55	2,44
C10	2	37,27	0,38	0,4
C11	2	-158,62	0,66	0,62
C12	2	-23,95	0,98	3,46
C13	2	-95,98	0,98	2,34
C14	2	157,43	0,65	0,61
C15	2	-77,55	0,32	0,16
C16	5	399,34	1,4	0,58
C17	2	5,79	0,61	3,93
C18	2	-23,88	0,63	1,76
C19	2	-76,96	0,32	0,16
C20	2	-139,18	0,91	1,55
C21	5	125,64	1,5	0,67
C22	7,523	19,25	0,62	0
C23	10,35	399,17	1,4	0,58
C24	500	-93,14	0,95	2,21
C26	5	122,15	1,58	4,09
C27	2	153,63	0,63	0,59
C28	8,048	129,7	0,85	1,35

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
C29	10,364	129,13	0,85	1,34
p257	31,74	-81,44	0,34	0,18
C30	3,5	-81,34	2,03	1,45
c31	218,8	12,11	0,78	1,59
C32	100	7,05	0,22	0,3
p3	321	-6,4	0,87	9,11
C33	2	-8,02	1,09	14
C34	67	31,03	0,32	0,28
C35	315,8	-3,75	0,76	0,11
C36	321	248,89	1,03	1,47
C37	27	-52,65	0,22	0,08
C38	10	-55,22	0,23	0,09
C25	80	745,2	3,08	1,32
C2	137	348,55	1,44	2,81

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n1	76,804	3,41	98,62	21,81
n2	76,7125	0,19	98,63	21,92
n5	70,2111	3,38	89,77	19,56
n6	70,2	3,02	89,49	19,29
n7	73,6348	3,09	92,61	18,98
n8	69,8466	1,35	89,45	19,6
n9	69,8151	2,44	89,33	19,52
n10	67,3685	4,86	85,21	17,84
n11	66,532	5,42	79,16	12,63
n12	66,2328	1,56	78,82	12,58
n13	67,077	2,84	91,05	23,97
n14	66,014	2,89	91,06	25,05
n15	67,0434	2,84	91,09	24,08
n16	66,9825	0,61	84,2	17,21
n17	67,4029	3,21	85,85	18,35
n18	67,339	3,76	88,93	21,54
n19	67,0873	2,16	91,08	24,03
n20	71,9066	2,22	92,38	20,48
n21	73,0247	2,34	92,57	19,54
n22	68,341	0,6	95,53	27,19
n23	68,223	0,42	95,5	27,27
n24	67,424	0,94	95,22	27,8
n25	67,519	2,16	94,82	27,3
n26	67,395	0,53	95,56	28,17
n27	67,281	0,16	95,58	28,3
n28	75,604	5,98	100,85	25,25
n29	76,124	1,25	100,65	24,53

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n30	76,0251	0,04	100,65	24,62
n31	75,897	0,22	100,65	24,75
n32	75,9386	1,66	100,61	24,67
n33	71,186	1,68	100,35	29,16
n34	70,912	0,09	100,34	29,43
n35	74,579	0,1	100,34	25,76
n36	76,077	0,32	100,33	24,25
n37	75,339	0,81	100,28	24,95
n38	75,294	1,14	100,2	24,91
n39	75,746	1,34	100,11	24,36
n40	75,157	4,8	100,06	24,9
n41	75,549	0,83	100,1	24,55
n42	71,494	8,28	99,2	27,71
n43	67,39	5,57	98,54	31,15
n44	77,585	6,73	101,68	24,09
n45	73,668	3,65	101,05	27,38
n46	79,775	0,49	102,15	22,37
n47	77,869	1,41	99,78	21,92
n48	77,489	1,1	99,11	21,62
n49	74,475	0,59	99,26	24,78
n50	77,055	1,14	96,92	19,86
n51	77,054	2,51	96,59	19,54
n56	77,699	3,69	95,78	18,08
n57	77,785	1,38	96,6	18,81
n58	76,148	0,57	98,66	22,51
n60	68,404	3,89	91,77	23,36
n61	71,005	1,53	91,71	20,7
n62	67,456	0,34	94,76	27,31
n63	67,523	1,48	94,61	27,08

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté (suite)

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n64	68,725	2,07	93,88	25,16
n65	67,694	0,07	96	28,3
n66	67,486	0,09	95,99	28,5
n67	67,369	0,18	95,99	28,62
n68	67,508	0,09	95,95	28,44
n69	67,244	0,21	95,95	28,71
n70	67,327	0,09	95,97	28,64
n71	67,498	0,09	95,97	28,47
n72	67,401	0,05	95,99	28,59
n73	67,227	0,07	95,99	28,76
n74	67,225	0,23	95,99	28,76
n75	77,147	0,59	98,59	21,44
n76	77,939	3,02	98,52	20,58
n77	77,318	4,27	98,1	20,78
n78	75,217	2,56	97,83	22,61
n79	74,144	3,37	97,7	23,55
n80	73,346	7,47	97,33	23,98
n81	69,142	1,47	95,09	25,94
n82	70,646	2,43	95,22	24,58
n83	68,526	1,11	95,76	27,23
n84	68,338	0,37	95,82	27,48
n85	68,0851	0,31	95,94	27,86
n86	67,86	0,1	95,99	28,13
n87	68,376	-24	96,05	27,67
n88	68,131	0,05	96,01	27,88
n89	76,15	0,52	98,65	22,49
n90	77,37	0,54	98,64	21,27

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n91	77,424	0,07	98,64	21,22
n92	77,493	0,07	98,64	21,15
n93	77,497	0,14	98,64	21,15
n94	77,0871	0,67	98,64	21,56
n95	75,405	0,84	98,64	23,23
n96	77,349	0,61	98,64	21,29
n97	76,893	0,45	98,64	21,74
n98	76,7183	20	98,64	21,92
n99	75,7	0,28	96,92	21,22
n100	75,7	0,46	96,9	21,2
n101	75,19	0,68	96,89	21,7
n102	75,123	4,82	96,87	21,74
n104	69,469	0,38	99,45	29,98
n105	69,993	0,08	99,48	29,48
n106	70,191	0,09	99,5	29,31
n107	69,774	0,16	99,53	29,75
n108	70,391	0,42	99,59	29,2
n109	71,754	0,33	99,77	28,02
n110	71,999	0,05	99,79	27,79
n111	72,139	0,05	99,8	27,66
n112	71,979	0,51	99,81	27,83
n113	67,65	1,82	98,26	30,61
n114	67,352	1,67	97,76	30,41
n115	67,297	1,67	97,59	30,29
n116	67,199	1,96	97,19	29,99
n117	66,951	1,14	96,97	30,02
n118	66,892	2,16	96,87	29,98
n119	73,6	2,07	96,49	22,89
n120	66,22	0,5	78,76	12,54

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté (suite)

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n121	66,112	0,35	78,73	12,62
n122	70,855	0,25	78,71	7,86
n123	70,705	0,19	78,7	8
n124	70,498	0,24	78,69	8,19
n125	70,251	0,59	78,68	8,43
n126	69,56	1,04	78,64	9,08
n127	69,286	1,08	78,62	9,33
n128	69,89	2,98	78,61	8,72
n129	70,001	6,55	78,65	8,65
n130	78,255	1,35	106,77	28,51
n131	77,925	5,56	106,87	28,95
n132	78,328	8,36	113,69	35,36
n133	78,029	-110	114,42	36,4
n134	77,522	1,6	114,1	36,57
n135	78,939	-100	104,79	25,85
n136	78,094	2,45	104,73	26,64
n137	77,965	2,37	104,57	26,61
n138	77,908	9,59	104,53	26,62
n139	73,34	1,76	98,89	25,55
n140	75,13	-102	98,74	23,61
n141	76,169	0,72	98,65	22,48
n142	75,99	-10	98,66	22,67
n143	75,02	0,43	98,66	23,64
n144	75,1	0,42	98,66	23,56
n147	76,685	-130	99,48	22,8
n148	76,723	1,84	98,99	22,27
n149	76,762	1,44	98,31	21,55

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n151	76,776	0,1	98,65	21,87
n152	76,774	0,13	98,64	21,87
n154	68,135	-24	96,03	27,89
n155	68,041	0,08	96,01	27,97
n156	67,927	0,04	96	28,08
n158	73,671	2,09	98,9	25,23
n159	75,789	2,24	99,34	23,55
n160	75,955	0,35	99,38	23,43
n161	75,246	1,37	99,42	24,17
n162	74,869	1,84	99,5	24,63
n163	66,586	5,38	97,6	31,02
n164	66,5891	2,72	97,03	30,44
n165	66,515	1,02	96,88	30,36
n166	66,492	1,59	96,77	30,28
n167	66,48	1,34	96,47	29,99
n168	66,395	0,27	96,43	30,04
n169	76,992	50	96,92	19,93
n170	76,95	0,21	96,89	19,94
n171	76,944	0,41	96,89	19,94
n172	76,959	0,41	96,89	19,93
n173	73,753	1,56	92,97	19,22
n174	68,97	0,06	96	27,03
n175	68,935	0,13	96,02	27,09
n176	68,872	0,67	96,05	27,18
n177	68,861	2,06	96,26	27,4
n178	67,849	0,89	91,65	23,8
n179	66,379	0,76	91,57	25,19
n180	66,001	3,06	91,5	25,49
n181	66,468	1,99	90,41	23,95

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté (suite)

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n182	70,016	2,32	92,69	22,68
n183	69,306	0,98	92,34	23,03
n184	69,331	0,14	92,31	22,98
n185	69,316	2,19	92,29	22,98
n186	67,547	2,19	90,98	23,43
n187	67,246	2,21	90,84	23,6
n188	68,574	2,13	90,84	22,26
n189	69,893	1,68	90,9	21,01
n190	66,929	3,69	84,39	17,46
n191	67,221	4,25	87,73	20,51
n192	71,003	9,81	96,64	25,64
n193	68,079	2,74	96,42	28,34
n194	70,479	2,21	96,35	25,87
n195	70,921	1,75	96,19	25,27
n196	70,06	1,03	96,18	26,11
n197	73,647	2,67	100,65	27
n198	73,629	4,06	100,07	26,44
n199	73,521	3,85	96,6	23,08
n200	73,518	7,22	96,07	22,56
n201	73,617	6,73	95,98	22,36
n202	73,616	4,34	96,18	22,56
n203	73,602	3,28	96,23	22,63
n204	73,609	5,76	95,37	21,76
n205	73,602	3,56	95,67	22,06
n206	68,148	1,58	91,46	23,31
n207	66,006	2,47	91,25	25,24
n209	67,301	0,12	95,98	28,68
n210	67,575	0,12	95,97	28,4

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n211	67,518	0,11	95,99	28,48
n212	67,697	0,06	96	28,3
n213	67,178	0,13	95,98	28,8
n214	67,355	0,09	95,97	28,61
n215	66,672	4,69	82,39	15,72
n216	68,688	3,02	94,74	26,05
n217	76,87	1,4	98,09	21,22
n218	76,98	1,25	98,65	21,67
n219	76,891	1,02	97,44	20,55
n220	76,936	0,47	96,98	20,04
n222	77,879	9,02	99,47	21,6
n223	78,199	5,39	112,59	34,39
n224	78,075	13,37	110,42	32,34
n225	70,049	17,15	102,12	32,07
n226	67,279	9,11	103,86	36,58
n227	67,1	0,72	103,85	36,75
n229	67,02	6,95	102,03	35,01
n230	67,068	3,47	103,71	36,64
n231	66,895	3,28	82,64	15,74
n232	67,034	5,63	99,82	32,79
n233	71,005	0,19	91,68	20,67
n234	71,005	1,04	91,29	20,28
n235	70,038	3,08	90,07	20,03
n236	68,738	3,08	89,36	20,62
n237	67,7821	2,81	89,33	21,55
n238	67,0575	2,26	99,09	32,03
n239	68,9	4,1	83,19	14,29
n241	67,263	1,88	91,15	23,89
n242	67,371	1,5	91,18	23,81

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté (suite)

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n243	67,7	1,91	91,27	23,57
n244	67,93	1,33	91,35	23,42
n245	68,0602	1,02	91,42	23,36
n246	68,697	1,25	91,44	22,74
n247	70,175	1,59	91,48	21,3
n248	71,026	0,93	91,53	20,5
n249	71,032	1,32	91,54	20,5
n250	67,0212	0,65	90,08	23,06
n251	67,1045	0,47	89,54	22,43
n252	67,1105	0,25	89,47	22,36
n253	67,18	0,54	89,26	22,08
n254	70,062	1,33	91,07	21,01
n255	70,365	1,45	91,33	20,96
n256	71,319	1,3	91,93	20,61
n257	67,406	2,76	89,46	22,05
n258	67,047	1,8	90,75	23,7
n259	67,033	0,31	91,22	24,19
n260	69,756	2,53	97,46	27,7
n261	69,89	2,91	98,49	28,6
n262	69	1,3	98,74	29,74
n263	71,119	2,93	93,98	22,86
n264	69,668	1,6	95,17	25,5
n265	69,51	2,04	96,83	27,32
n266	69,558	1,34	96,09	26,53
n267	69,163	0,89	96,05	26,88
n268	68,844	0,46	96,01	27,16
n269	68,885	0,07	96	27,12

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n270	66,391	1,35	96,16	29,77
n271	66,35	0,36	96,1	29,75
n272	68,264	0,37	96,02	27,75
n273	67,833	0,26	96,01	28,18
n274	67,61	0,06	96,01	28,4
n275	67,606	0,01	96,01	28,4
n276	67,588	0,01	96,01	28,42
n277	67,577	0,09	96,01	28,43
n278	67,289	0,3	96,01	28,72
n279	67,796	0,23	96	28,2
n280	68,287	1,19	96,01	27,72
n281	67,98	0,41	96	28,02
n282	66,3311	0,13	96,07	29,74
n283	66,285	0,3	96	29,72
n285	70,868	0,58	96,05	25,18
n286	70,488	0,43	96,04	25,55
n287	70,422	0,72	96,04	25,61
n288	68,852	0,82	96,02	27,17
n289	70,992	0,23	96,05	25,06
n290	70,861	0,58	96,04	25,18
n291	70,48	0,44	96,03	25,55
n292	70,412	0,25	96,03	25,62
n293	70,224	0,67	96,03	25,8
n294	68,8	0,62	96,01	27,21
n295	69	2,57	96,21	27,21
n296	69	3,8	96,17	27,17
n297	68,91	2,58	96,1	27,19
n298	68,89	0,72	96,07	27,18
n299	68,87	0,84	96,05	27,18

## Annexe IX : Charges et pressions dans le réseau projeté (suite)

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n300	68,77	1,87	96,25	27,48
n301	68,77	4,55	96,21	27,44
n302	68,8	3,25	96,11	27,31
n303	70	1,22	96,49	26,49
n304	70	0,89	96,47	26,47
n305	70	4,43	96,46	26,46
n306	68	4,92	96,29	28,29
n307	68	1,26	96,27	28,27
n308	70	1,87	96,46	26,46
n309	70	0,9	96,43	26,43
n310	70	4,44	96,42	26,42
n311	68	5,48	96,26	28,26
n312	70,419	4,12	96,58	26,16
n313	70,626	1,3	96,56	25,93
n314	71,468	1,49	96,52	25,05
n315	70,439	1,52	96,54	26,1
n316	70,63	1,29	96,52	25,89
n317	71,476	1,49	96,48	25
n318	75,165	1,9	96,85	21,68
n319	75,36	1,53	96,78	21,42
n320	74,231	0,46	96,77	22,53
n321	73,725	3,99	96,76	23,03
n322	76,804	1,66	96,81	20,01
n323	75,832	1,51	96,76	20,93
n324	74,246	1,38	96,73	22,49
n325	71,494	1,5	96,69	25,19
n326	71,284	1,87	96,65	25,37

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n327	71,467	2,39	96,6	25,13
n328	76,869	-142	98,65	21,78
n329	77,517	3,69	95,95	18,44
n330	76,601	1,29	99,54	22,94
n331	77,056	0,65	99,45	22,39
n332	77,502	0,34	99,38	21,87
n333	77,435	0,28	99,36	21,93
n334	77,452	0,3	99,31	21,85
n335	77,479	0,5	99,29	21,81
n336	77,485	0,71	99,18	21,7
n337	74,451	2,18	99,4	24,95
n338	77,137	4,29	99,15	22,01
n339	77,298	0,62	96,88	19,58
n340	75,124	0,91	96,87	21,74
n341	75,831	0,63	96,87	21,03
n342	75,773	0,92	96,85	21,08
n343	71,015	0,53	91,65	20,63
n344	71,034	1,53	91,62	20,59
n345	69,671	1	97,39	27,72
n346	67,42	1,41	97,05	29,63
n347	68,13	2,25	93,42	25,29
n348	67,253	0,17	95,89	28,64
n349	67,272	0,46	95,84	28,57
n350	67,289	0,4	95,6	28,31
n351	77,1415	2,74	98,72	21,58
n352	77,136	0,03	98,72	21,59
n353	77,129	0,03	98,72	21,59
n354	77,129	0,86	98,72	21,59
n355	78,771	2,56	104,79	26,02

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie.**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p1	23,57	172,03	0,71	0,73
p4	233,3	3,02	0,62	1,17
p5	198,9	23,22	1,49	1,91
p6	8,05	21,87	1,4	1,18
p7	367,4	19,43	1,24	1,22
p8	192,9	7,32	0,47	1,78
p9	240	-3,32	0,59	0,05
p10	204,9	-6,21	0,16	0,15
p11	94,31	-12,72	1,33	1,54
p12	399	-15,93	1,02	2,73
p13	127,8	-12,34	1,29	1,53
p14	68,99	-11,86	0,51	0,48
p15	107,7	-43,17	0,71	1,7
p16	252,4	-45,51	0,43	0,19
p17	6,698	74,44	1,23	4,81
p18	58,17	74,02	1,22	4,75
p19	85,97	73,08	1,21	4,64
p20	59,15	-152,95	0,63	0,58
p21	22,19	-153,47	0,63	0,59
p22	189,7	210,24	0,87	1,07
p23	3,056	208,99	0,86	1,05
p24	2,945	208,95	0,86	1,05
p25	31,69	208,95	0,86	1,05

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p26	252,2	207,29	0,86	1,04
p27	6,341	205,61	0,85	1,02
p28	8,125	205,52	0,85	1,02
p29	7,792	205,41	0,85	1,02
p30	42,16	205,09	0,85	1,02
p31	82,09	204,28	0,84	1,01
p32	94,16	203,14	0,84	1
p33	91,65	-76,01	0,5	0,49
p34	646,1	71,22	0,73	1,33
p35	628	62,94	0,64	1,05
p36	730,9	-216,22	0,89	1,12
p37	127,8	25,94	0,68	2,06
p38	68,99	495,82	2,05	4,56
p39	107,7	-122,3	1,25	3,72
p40	252,4	7,52	0,48	1,87
p43	6,698	-2,37	0,48	3,85
p44	58,17	262,98	1,72	4,27
p46	85,97	33,4	0,88	3,33
p47	59,15	67,9	1,12	4,03
p48	22,19	67,56	1,12	3,99
p49	189,7	66,08	1,09	3,83
p50	3,056	4725,58	1,5	0,66
p51	2,945	4725,48	1,5	0,67
p52	31,69	-0,09	0,5	0,12
p53	252,2	4705,68	1,5	0,66
p54	6,341	-0,05	0,61	0,21

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p55	8,125	-0,07	0,71	0
p56	7,792	-213,1	0,88	1,09
p57	42,16	-212,5	0,88	1,09
p58	82,09	-209,48	0,87	1,06
p59	94,16	-205,22	0,85	1,02
p60	91,65	-202,65	0,84	0,99
p61	646,1	-199,29	0,82	0,96
p62	628	-1,47	0,52	0,6
p63	730,9	-3,9	0,53	3,59
p64	21,94	-5,01	0,53	3
p65	34,94	-5,38	0,56	3,42
p66	13,44	-5,69	0,6	3,81
p67	6,334	24	0,98	5,48
p68	78,79	-28,07	0,62	0,13
p69	3,654	-27,54	0,61	0,93
p70	6,699	-27,47	0,61	0,92
p71	4,312	-27,4	0,61	0,93
p72	16,83	-27,26	0,61	0,92
p73	86,56	-26,59	0,61	0,92
p74	42,36	-25,75	0,61	0,92
p75	51,83	-25,14	0,6	0,92
p76	18	-24,69	0,6	0,92
p77	41,17	36,99	0,58	0,39
p78	29,93	36,53	0,57	0,38
p79	74,37	35,85	0,57	0,37
p81	51,81	-122,89	1,26	3,76
p82	6,636	-123,27	1,26	3,78

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p83	6,031	-123,35	1,26	3,78
p84	7,058	-123,44	1,26	3,79
p85	17,2	-123,59	1,27	3,8
p86	47,6	-124,01	1,27	3,82
p87	3,113	-124,34	1,27	3,84
p88	4,16	-124,39	1,27	3,85
p89	2,934	-124,44	1,27	3,85
p90	76,09	-124,95	1,28	3,88
p91	36,37	76,84	0,32	0,16
p92	93,24	31,67	0,83	3,01
p93	187	29,85	0,78	2,69
p94	69,42	28,18	0,74	2,41
p95	187,5	26,51	0,69	2,15
p96	114,8	24,55	0,64	1,86
p97	61,36	23,4	0,61	1,7
p98	270,9	21,25	0,56	1,42
p99	46,92	5,76	0,47	1,14
p100	29,53	5,26	0,54	0,97
p101	24,75	4,91	0,51	0,85
p102	12,95	4,67	0,53	0,78
p103	17,14	4,47	0,59	0,72
p104	19,65	4,23	0,57	0,65
p105	71,23	3,64	0,53	0,49
p106	88,77	2,6	0,67	0,27
p107	76,93	1,53	0,6	0,71
p108	382,3	-1,46	0,79	0,71

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p109	207	-1,35	0,48	0,51
p110	648,1	-6,9	0,94	4,52
p111	108,5	110	1,13	3,04
p112	137,5	108,4	1,11	2,95
p113	97,17	152,61	0,63	0,58
p114	280,3	150,16	0,62	0,56
p115	84,92	147,79	0,61	0,55
p116	263,5	127,94	0,84	1,32
p117	108,5	102	0,67	0,86
p118	3,486	10	0,67	0,11
p119	62,8	9,57	0,66	0,1
p122	117,3	130	1,33	4,19
p123	166,4	128,16	1,31	4,07
p125	13,06	158,52	0,65	0,62
p127	7,368	24	0,63	1,78
p128	5,348	23,92	0,63	1,77
p130	313,8	-131,79	0,86	1,4
p131	31,13	-134,04	0,88	1,44
p132	22,5	-134,38	0,88	1,45
p133	188,3	-135,75	0,56	0,47
p134	500,8	153,63	1,01	1,87
p135	327	148,25	0,97	1,75
p136	92,96	145,53	0,95	1,69
p137	64,29	144,51	0,95	1,67
p138	180,6	142,92	0,94	1,63
p139	26,29	141,58	0,93	1,6

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p140	29,9	210,84	0,87	1,07
p141	1,262	89,43	0,67	0,21
p142	1,542	121,2	0,5	0,38
p143	24,64	-71,82	1,88	1,49
p144	6,824	-96	0,98	2,34
p145	13,26	-96,13	0,98	2,35
p146	89,61	-96,8	0,99	2,38
p147	77,58	39,52	0,65	1,44
p148	60,11	38,63	0,64	1,38
p149	57,27	37,87	0,63	1,33
p150	270,5	11,26	0,72	4
p151	140,5	53,05	0,88	2,52
p152	10,87	52,07	0,86	2,43
p153	8,048	51,93	0,86	2,42
p154	236,4	49,74	0,82	2,23
p155	160,6	2,56	0,87	0,87
p156	179,2	0,35	0,64	0,03
p157	147,8	-1,77	0,99	0,45
p158	146,1	24,4	1	3,65
p159	235	-9,83	1,03	4,71
p160	418,4	-14,08	1,48	4,31
p161	325,4	-167,93	0,69	0,7
p162	96,57	-165,18	0,68	0,67
p163	243	-162,98	0,67	0,66
p164	26,7	-161,22	0,67	0,64
p165	154,4	19,61	0,81	3,75

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p166	469,7	15,56	1	3,39
p167	122,3	11,71	0,75	4,31
p168	523,5	-5,67	0,93	0,37
p169	143,7	-10,01	0,56	0,35
p170	511,9	1,06	0,81	0,18
p171	476,9	3,43	0,46	1,48
p172	409,9	-2,33	0,64	0,73
p173	138,1	-5,9	0,62	4,07
p174	222,4	-19,18	0,5	1,17
p175	766,2	-191,82	0,79	0,9
p176	66	6,33	0,66	3,64
p177	176,5	4,75	0,5	2,71
p178	263,4	-14,02	0,87	0,65
p179	257,1	22,29	0,58	1,55
p181	4,583	-206,01	1,5	0,66
p182	14,02	-205,89	1,5	0,66
p183	4,936	-205,77	1,5	0,66
p185	6,638	-199,28	1,4	0,58
p186	7,4	-118,12	1,74	0,99
p187	12,25	-118	1,74	0,99
p188	1,839	-117,91	1,74	0,99
p189	640,5	12,73	0,82	4,05
p190	231,3	3,02	0,79	0,35
p191	69,04	-182,95	1,87	3,1
p192	91,16	308,26	2,02	3,17
p193	65,24	307,24	2,02	3,12
p195	476,7	-44,48	0,73	1,8
p196	328,5	87,76	1,45	3,6

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p197	1728	74,39	1,23	4,8
p198	910,3	57,24	0,95	2,91
p199	1391	-138,19	0,57	0,48
p201	434,6	-124,9	1,28	3,87
p202	100	-128,37	0,84	1,33
p203	422,5	20,71	0,85	3,14
p204	81,79	17,43	0,72	3
p205	635,1	-117,94	1,21	3,47
p206	29,32	7,83	1,06	1,37
p207	131,5	6,79	0,89	3,28
p208	237,2	3,71	0,49	2,97
p209	236,9	0,62	0,48	0,12
p210	231,2	-112,31	1,15	3,16
p211	626,3	-8,01	0,84	7,26
p213	231,9	-9,05	0,54	0,29
p214	57,7	-10,93	0,59	0,41
p215	172,8	-12,43	0,53	0,52
p216	121,2	-14,34	0,58	0,68
p217	84,15	-15,67	0,51	0,8
p218	72,91	-16,69	0,58	0,29
p219	119,4	-17,94	0,5	0,33
p220	125,9	-19,54	0,52	0,39
p221	17,7	-20,47	0,54	0,42
p222	142,7	-23,55	0,62	1,72
p223	35,21	9,27	0,97	3,58
p224	64,81	8,62	0,9	8,34

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p225	8,206	8,15	0,85	3,49
p226	30,92	7,9	0,83	3,06
p227	52,31	7,36	0,77	3,17
p228	111,2	-3,46	0,46	1,52
p229	92,67	-4,78	0,5	2,77
p230	131,1	-6,24	0,66	4,56
p231	69,7	-7,54	0,79	3,53
p232	195,1	-2,18	0,23	0,65
p233	230,2	-4,95	0,67	4,6
p234	46,97	-6,75	0,92	1,07
p235	365,7	-105,84	1,08	2,82
p236	82,19	-108,75	1,11	2,97
p237	116,7	-110,05	1,13	3,04
p238	234,9	-76,31	1,26	3,04
p239	69,43	-77,91	1,29	3,25
p240	227,5	-98,86	1,01	2,47
p241	132,2	-160,19	0,66	0,64
p242	73,87	-158,85	0,66	0,63
p243	63,24	-157,96	0,65	0,62
p244	8,293	-157,5	0,65	0,62
p245	172,2	141,31	0,93	1,6
p246	34,81	139,96	0,92	1,57
p247	32,16	78,52	0,52	0,17
p248	8,369	78,25	0,52	0,17
p249	0,5434	78,2	0,52	0,15
p250	0,6764	78,19	0,52	0,17
p251	0,6817	78,18	0,52	1,16
p252	13,98	78,08	0,52	0,17

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p253	32,79	77,78	0,52	0,16
p254	60,78	77,36	0,52	0,16
p255	20,37	139,6	0,92	1,56
p256	43,58	139,47	0,91	1,56
p258	57,2	80,86	0,63	0,18
p259	9,293	80,43	0,63	0,17
p260	101,3	79,71	0,63	0,17
p261	25,3	78,89	0,63	0,17
p262	32,22	81,11	0,64	0,18
p263	57,42	80,53	0,63	0,17
p264	9,505	80,09	0,63	0,17
p265	28,31	79,85	0,63	0,17
p266	74,59	79,18	0,63	0,17
p267	21,33	78,55	0,72	0,17
p268	200,9	89,37	0,77	0,21
p269	383,6	85,57	0,75	0,2
p270	13,56	82,99	0,85	1,77
p271	96,91	82,28	0,74	0,18
p272	204,1	89,15	0,57	0,21
p273	496,7	84,59	0,45	0,19
p274	102,8	102,53	0,42	0,27
p275	35,04	101,64	0,42	0,27
p276	647,4	97,2	0,4	0,25
p277	109,9	92,28	0,58	0,23
p278	84,11	91,02	0,58	0,22
p279	103,9	102,76	0,52	0,28

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p280	34,1	101,86	0,62	0,27
p281	648,7	97,42	0,6	0,25
p282	194,4	91,94	0,58	0,22
p283	56,11	106,53	0,64	0,29
p284	144,1	105,23	0,73	0,29
p285	84,47	103,75	0,73	0,28
p286	53,19	107,41	0,74	0,3
p287	144,9	106,12	0,74	0,29
p288	85,02	104,63	0,73	0,29
p289	186,4	116,63	0,78	0,35
p290	48,85	115,1	0,78	0,34
p291	21,41	114,64	0,77	0,34
p292	578	110,66	0,76	0,32
p293	149,7	117,59	0,79	0,35
p294	83,5	116,07	0,78	0,35
p295	129	114,69	0,77	0,34
p296	101,3	113,19	0,77	0,33
p297	186,9	111,32	0,76	0,32
p298	180,7	108,93	0,65	0,31
p299	57,25	16,62	0,57	0,21
p300	55,48	126,71	1,3	3,98
p301	212,4	5,01	0,53	3
p302	355,1	1,32	0,18	0,5
p303	142,2	145,86	0,96	1,69
p304	56,86	144,56	0,95	1,67
p305	43,66	143,91	0,94	1,65
p306	8,657	143,57	0,94	1,64
p307	35,19	143,28	0,94	1,64

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p308	10,66	142,99	0,94	1,63
p309	66,25	142,49	0,93	1,62
p310	43,37	141,78	0,93	1,61
p311	94,89	210,96	0,87	1,07
p312	240,8	208,77	0,86	1,05
p313	61,19	89,02	0,37	0,21
p314	33,49	88,41	0,37	0,21
p315	106,5	87,5	0,36	0,2
p316	61,45	120,79	0,5	0,37
p317	35,06	120,16	0,5	0,37
p318	105,9	119,25	0,49	0,36
p319	32,2	23,85	0,63	1,76
p320	49,68	23,32	0,39	0,54
p321	185,5	21,79	0,36	0,47
p322	24,23	-103,31	1,06	2,69
p323	216	-73,38	1,21	3,68
p324	86,29	-100,9	1,03	2,57
p325	130	-102,31	1,05	2,64
p326	128,6	64,02	1,06	3,6
p327	217	61,77	1,02	3,36
p328	3,497	-9123,49	1,59	2,1
p329	14,86	-9123,19	1,59	2,09
p330	12,12	-9123,02	1,59	2,09
p331	59,27	-9122,55	1,58	2,09
p332	419,5	204,48	0,84	1,01
p333	2,407	201,74	0,83	0,99

**Annexe X : Vitesse et perte de charge dans le réseau projeté en cas de pointe plus incendie (suite)**

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
p334	2,884	201,71	0,83	0,98
p335	2,216	201,67	0,83	0,99
p336	66,1	200,81	0,83	0,98
C1	440,6	-101,28	0,66	0,85
C3	440,6	-262,4	1,72	5,25
C4	2	-28,6	0,62	0,03
C5	2	9,15	0,96	9,33
C6	6	172,22	0,71	0,73
C7	7,5	158,39	0,65	0,62
C8	7,59	306,77	2,01	7,1
C9	2	-8,66	0,55	2,44
C10	2	37,27	0,38	0,4
C11	2	-158,62	0,66	0,62
C12	2	-23,95	0,98	5,46
C13	2	-95,95	0,98	2,34
C14	2	157,43	0,65	0,61
C15	2	-77,55	0,32	0,16
C16	5	199,34	1,4	0,58
C17	2	5,79	0,61	3,93
C18	2	-23,88	0,63	1,76
C19	2	-76,96	0,32	0,16
C20	2	-139,18	0,91	1,55
C21	5	125,64	1,5	0,67
C22	7,523	19,25	0,62	0
C23	10,35	-199,17	1,4	0,58
C24	500	-93,14	0,95	2,21
C26	5	122,15	1,58	4,09
C27	2	153,63	0,63	0,59

Tronçon	Longueur (m)	Débits (l/s)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge (m/km)
C28	8,048	129,7	0,85	1,35
C29	10,364	129,09	0,85	1,34
p257	31,74	-81,44	0,34	0,18
C30	3,5	-81,34	2,13	1,45
c31	218,8	12,11	0,78	3,59
C32	100	7,05	0,82	0,3
p3	321	-6,4	0,87	2,11
C33	2	-8,02	1,09	14
C34	67	31,03	0,82	0,28
C35	315,8	-3,75	0,76	2,11
C36	321	248,89	1,03	1,47
C37	27	-52,61	0,82	0,08
C38	10	-72,18	0,73	0,14
C25	80	745,2	2,08	1,32
C2	137	348,55	1,44	2,81

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n1	76,804	3,41	98,62	21,81
n2	76,7125	0,19	98,63	21,92
n5	70,2111	3,38	89,77	19,56
n6	70,2	3,02	89,49	19,29
n7	73,6348	3,09	92,61	18,98
n8	69,8466	1,35	89,45	19,6
n9	69,8151	2,44	89,33	19,52
n10	67,3685	4,86	85,21	17,84
n11	66,532	5,42	79,16	12,63
n12	66,2328	1,56	78,82	12,58
n13	67,077	2,84	91,05	23,97
n14	66,014	2,89	91,06	25,05
n15	67,0434	2,84	91,09	24,08
n16	66,9825	0,61	84,2	17,21
n17	67,4029	3,21	85,85	18,35
n18	67,339	3,76	88,93	21,54
n19	67,0873	2,16	91,08	24,03
n20	71,9066	2,22	92,38	20,48
n21	73,0247	2,34	92,57	19,54
n22	68,341	0,6	95,53	27,19
n23	68,223	0,42	95,5	27,27
n24	67,424	0,94	95,22	27,8
n25	67,519	2,16	94,82	27,3
n26	67,395	0,53	95,56	28,17
n27	67,281	0,16	95,58	28,3
n28	75,604	5,98	100,85	25,25

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n29	76,124	1,25	100,65	24,53
n30	76,0251	0,04	100,65	24,62
n31	75,897	0	100,65	24,75
n32	75,9386	1,66	100,61	24,67
n33	71,186	1,68	100,35	29,16
n34	70,912	0,09	100,34	29,43
n35	74,579	0,1	100,34	25,76
n36	76,077	0,32	100,33	24,25
n37	75,339	0,81	100,28	24,95
n38	75,294	1,14	100,2	24,91
n39	75,746	1,34	100,11	24,36
n40	75,157	4,8	100,06	24,9
n41	75,549	0,83	100,1	24,55
n42	71,494	8,28	99,2	27,71
n43	67,39	5,57	98,54	31,15
n44	77,585	6,73	101,68	24,09
n45	73,668	3,65	101,05	27,38
n46	79,775	0,49	102,15	22,37
n47	77,869	1,41	99,78	21,92
n48	77,489	1,1	99,11	21,62
n49	74,475	0,59	99,26	24,78
n50	77,055	1,14	96,92	19,86
n51	77,054	2,51	96,59	19,54
n56	77,699	3,69	95,78	18,08
n57	77,785	1,38	96,6	18,81
n58	76,148	0,57	98,66	22,51
n60	68,404	3,89	91,77	23,36
n61	71,005	1,53	91,71	20,7
n62	67,456	0,34	94,76	27,31

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie (suite)**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n63	67,523	1,48	94,61	27,08
n64	68,725	2,07	93,88	25,16
n65	67,694	0,07	96	28,3
n66	67,486	0,09	95,99	28,5
n67	67,369	0,18	95,99	28,62
n68	67,508	0,09	95,95	28,44
n69	67,244	0,21	95,95	28,71
n70	67,327	0,09	95,97	28,64
n71	67,498	0,09	95,97	28,47
n72	67,401	0,05	95,99	28,59
n73	67,227	0,07	95,99	28,76
n74	67,225	0,23	95,99	28,76
n75	77,147	0,59	98,59	21,44
n76	77,939	3,02	98,52	20,58
n77	77,318	4,27	98,1	20,78
n78	75,217	2,56	97,83	22,61
n79	74,144	3,37	97,7	23,55
n80	73,346	7,47	97,33	23,98
n81	69,142	1,47	95,09	25,94
n82	70,646	2,43	95,22	24,58
n83	68,526	1,11	95,76	27,23
n84	68,338	0,37	95,82	27,48
n85	68,0851	0,31	95,94	27,86
n86	67,86	0,1	95,99	28,13
n87	68,376	-24	96,05	27,67
n88	68,131	0,05	96,01	27,88
n89	76,15	0,52	98,65	22,49

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n90	77,37	0,54	98,64	21,27
n91	77,424	0,07	98,64	21,22
n92	77,493	0,07	98,64	21,15
n93	77,497	0,14	98,64	21,15
n94	77,0871	0,67	98,64	21,56
n95	75,405	0,84	98,64	23,23
n96	77,349	0,61	98,64	21,29
n97	76,893	0,45	98,64	21,74
n98	76,718	20	98,64	21,92
n99	75,7	0,28	96,92	21,22
n100	75,7	0,46	96,9	21,2
n101	75,19	0,68	96,89	21,7
n102	75,123	4,82	96,87	21,74
n104	69,469	0,38	99,45	29,98
n105	69,993	0,08	99,48	29,48
n106	70,191	0,09	99,5	29,31
n107	69,774	0,16	99,53	29,75
n108	70,391	0,42	99,59	29,2
n109	71,754	0,33	99,77	28,02
n110	71,999	0,05	99,79	27,79
n111	72,139	0,05	99,8	27,66
n112	71,979	0,51	99,81	27,83
n113	67,65	1,82	98,26	30,61
n114	67,352	1,67	97,76	30,41
n115	67,297	1,67	97,59	30,29
n116	67,199	1,96	97,19	29,99
n117	66,951	1,14	96,97	30,02
n118	66,892	2,16	96,87	29,98
n119	73,6	2,07	96,49	22,89

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie (suite)**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n120	66,22	0,5	78,76	12,54
n121	66,112	0,35	78,73	12,62
n122	70,855	0,25	78,71	7,86
n123	70,705	0,19	78,7	8
n124	70,498	0,24	78,69	8,19
n125	70,251	0,59	78,68	8,43
n126	69,56	1,04	78,64	9,08
n127	69,286	1,08	78,62	9,33
n128	69,89	2,98	78,61	8,72
n129	70,001	6,55	78,65	8,65
n130	78,255	1,35	106,77	28,51
n131	77,925	5,56	106,87	28,95
n132	78,328	8,36	113,69	35,36
n133	78,029	-110	114,42	36,4
n134	77,522	1,6	114,1	36,57
n135	78,939	-100	104,78	25,84
n136	78,094	2,45	104,73	26,63
n137	77,965	2,37	104,57	26,6
n138	77,908	9,59	104,52	26,62
n139	73,34	1,76	98,89	25,55
n140	75,13	-102	98,74	23,61
n141	76,169	0,72	98,65	22,48
n142	75,99	-10	98,66	22,67
n143	75,02	0,43	98,66	23,64
n144	75,1	0,42	98,66	23,56
n147	76,685	-130	99,48	22,8
n148	76,723	1,84	98,99	22,27

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n149	76,762	1,44	98,31	21,55
n151	76,776	0,1	98,65	21,87
n152	76,774	0,13	98,64	21,87
n154	68,135	-24	96,03	27,89
n155	68,041	0,08	96,01	27,97
n156	67,927	0,04	96	28,08
n158	73,671	2,09	98,9	25,23
n159	75,789	2,24	99,34	23,55
n160	75,955	0,35	99,38	23,43
n161	75,246	1,37	99,42	24,17
n162	74,869	1,84	99,5	24,63
n163	66,586	5,38	97,6	31,02
n164	66,5891	2,72	97,03	30,44
n165	66,515	1,02	96,88	30,36
n166	66,492	1,59	96,77	30,28
n167	66,48	1,34	96,47	29,99
n168	66,395	0,27	96,43	30,04
n169	76,992	50	96,92	19,93
n170	76,95	0,21	96,89	19,94
n171	76,944	0,41	96,89	19,94
n172	76,959	0,41	96,89	19,93
n173	73,753	1,56	92,97	19,22
n174	68,97	0,06	96	27,03
n175	68,935	0,13	96,02	27,09
n176	68,872	0,67	96,05	27,18
n177	68,861	2,06	96,26	27,4
n178	67,849	0,89	91,65	23,8
n179	66,379	0,76	91,57	25,19
n180	66,001	3,06	91,5	25,49

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie (suite)**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n181	66,468	1,99	90,41	23,95
n182	70,016	2,32	92,69	22,68
n183	69,306	0,98	92,34	23,03
n184	69,331	0,14	92,31	22,98
n185	69,316	2,19	92,29	22,98
n186	67,547	2,19	90,98	23,43
n187	67,246	2,21	90,84	23,6
n188	68,574	2,13	90,84	22,26
n189	69,893	1,68	90,9	21,01
n190	66,929	3,69	84,39	17,46
n191	67,221	4,25	87,73	20,51
n192	71,003	9,81	96,64	25,64
n193	68,079	2,74	96,42	28,34
n194	70,479	2,21	96,35	25,87
n195	70,921	1,75	96,19	25,27
n196	70,06	1,03	96,18	26,11
n197	73,647	2,67	100,65	27
n198	73,629	4,06	100,07	26,44
n199	73,521	3,85	96,6	23,08
n200	73,518	7,22	96,07	22,56
n201	73,617	6,73	95,98	22,36
n202	73,616	4,34	96,18	22,56
n203	73,602	3,28	96,23	22,63
n204	73,609	5,76	95,37	21,76
n205	73,602	3,56	95,67	22,06
n206	68,148	1,58	91,46	23,31
n207	66,006	2,47	91,25	25,24

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n209	67,301	0,12	95,98	28,68
n210	67,575	0,12	95,97	28,4
n211	67,518	0,11	95,99	28,48
n212	67,697	0,06	96	28,3
n213	67,178	0,13	95,98	28,8
n214	67,355	0,09	95,97	28,61
n215	66,672	4,69	82,39	15,72
n216	68,688	3,02	94,74	26,05
n217	76,87	1,4	98,09	21,22
n218	76,98	1,25	98,65	21,67
n219	76,891	1,02	97,44	20,55
n220	76,936	0,47	96,98	20,04
n222	77,879	9,02	99,47	21,6
n223	78,199	5,39	112,59	34,39
n224	78,075	13,37	110,42	32,34
n225	70,049	17,15	102,12	32,07
n226	67,279	9,11	103,85	36,57
n227	67,1	0,72	103,84	36,74
n229	67,02	6,95	102,02	35
n230	67,068	3,47	103,71	36,64
n231	66,895	3,28	82,64	15,74
n232	67,034	5,63	99,82	32,79
n233	71,005	0,19	91,68	20,67
n234	71,005	1,04	91,29	20,28
n235	70,038	3,08	90,07	20,03
n236	68,738	3,08	89,36	20,62
n237	67,7821	2,81	89,33	21,55
n238	67,0575	2,26	99,09	32,03
n239	68,9	4,1	83,19	14,29

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie (suite)**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n241	67,263	1,88	91,15	23,89
n242	67,371	1,5	91,18	23,81
n243	67,7	1,91	91,27	23,57
n244	67,93	1,33	91,35	23,42
n245	68,0602	1,02	91,42	23,36
n246	68,697	1,25	91,44	22,74
n247	70,175	1,59	91,48	21,3
n248	71,026	0,93	91,53	20,5
n249	71,032	1,32	91,54	20,5
n250	67,0212	0,65	90,08	23,06
n251	67,1045	0,47	89,54	22,43
n252	67,1105	0,25	89,47	22,36
n253	67,18	0,54	89,26	22,08
n254	70,062	1,33	91,07	21,01
n255	70,365	1,45	91,33	20,96
n256	71,319	1,3	91,93	20,61
n257	67,406	2,76	89,46	22,05
n258	67,047	1,8	90,75	23,7
n259	67,033	0,31	91,22	24,19
n260	69,756	2,53	97,46	27,7
n261	69,89	2,91	98,49	28,6
n262	69	1,3	98,73	29,73
n263	71,119	2,93	93,98	22,86
n264	69,668	1,6	95,17	25,5
n265	69,51	2,04	96,83	27,32
n266	69,558	1,34	96,09	26,53
n267	69,163	0,89	96,05	26,88

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n268	68,844	0,46	96,01	27,16
n269	68,885	0,07	96	27,12
n270	66,391	1,35	96,16	29,77
n271	66,35	0,36	96,1	29,75
n272	68,264	0,37	96,02	27,75
n273	67,833	0,26	96,01	28,18
n274	67,61	0,06	96,01	28,4
n275	67,606	0,01	96,01	28,4
n276	67,588	0,01	96,01	28,42
n277	67,577	0,09	96,01	28,43
n278	67,289	0,3	96,01	28,72
n279	67,796	0,23	96	28,2
n280	68,287	1,19	96,01	27,72
n281	67,98	0,41	96	28,02
n282	66,3311	0,13	96,07	29,74
n283	66,285	0,3	96	29,72
n285	70,868	0,58	96,05	25,18
n286	70,488	0,43	96,04	25,55
n287	70,422	0,72	96,04	25,61
n288	68,852	0,82	96,02	27,17
n289	70,992	0,23	96,05	25,06
n290	70,861	0,58	96,04	25,18
n291	70,48	0,44	96,03	25,55
n292	70,412	0,25	96,03	25,62
n293	70,224	0,67	96,03	25,8
n294	68,8	0,62	96,01	27,21
n295	69	2,57	96,21	27,21
n296	69	3,8	96,17	27,17
n297	68,91	2,58	96,1	27,19

**Annexe XI : Charges et pressions dans le réseau projeté en cas de point plus incendie (suite)**

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n298	68,89	0,72	96,07	27,18
n299	68,87	0,84	96,05	27,18
n300	68,77	1,87	96,25	27,48
n301	68,77	4,55	96,21	27,44
n302	68,8	3,25	96,11	27,31
n303	70	1,22	96,49	26,49
n304	70	0,89	96,47	26,47
n305	70	4,43	96,46	26,46
n306	68	4,92	96,29	28,29
n307	68	1,26	96,27	28,27
n308	70	1,87	96,46	26,46
n309	70	0,9	96,43	26,43
n310	70	4,44	96,42	26,42
n311	68	5,48	96,26	28,26
n312	70,419	4,12	96,58	26,16
n313	70,626	1,3	96,56	25,93
n314	71,468	1,49	96,52	25,05
n315	70,439	1,52	96,54	26,1
n316	70,63	1,29	96,52	25,89
n317	71,476	1,49	96,48	25
n318	75,165	1,9	96,85	21,68
n319	75,36	1,53	96,78	21,42
n320	74,231	0,46	96,77	22,53
n321	73,725	3,99	96,76	23,03
n322	76,804	1,66	96,81	20,01
n323	75,832	1,51	96,76	20,93
n324	74,246	1,38	96,73	22,49

Nœud	Altitude (m)	Débits (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
n325	71,494	1,5	96,69	25,19
n326	71,284	1,87	96,65	25,37
n327	71,467	2,39	96,6	25,13
n328	76,869	-142	98,65	21,78
n329	77,517	3,69	95,95	18,44
n330	76,601	1,29	99,54	22,94
n331	77,056	0,65	99,45	22,39
n332	77,502	0,34	99,38	21,87
n333	77,435	0,28	99,36	21,93
n334	77,452	0,3	99,31	21,85
n335	77,479	0,5	99,29	21,81
n336	77,485	0,71	99,18	21,7
n337	74,451	2,18	99,4	24,95
n338	77,137	4,29	99,15	22,01
n341	75,831	0,63	96,87	21,03
n342	75,773	0,92	96,85	21,08
n343	71,015	0,53	91,65	20,63
n344	71,034	1,53	91,62	20,59
n345	69,671	1	97,39	27,72
n346	67,4207	1,41	97,05	29,63
n347	68,13	2,25	93,42	25,29
n348	67,253	0,17	95,89	28,64
n349	67,272	0,46	95,84	28,57
n350	67,289	0,4	95,6	28,31
n351	77,1415	2,74	98,72	21,58
n352	77,136	0,03	98,72	21,59
n353	77,129	0,03	98,72	21,59
n354	77,129	0,86	98,72	21,59
n355	78,771	19,56	104,79	26,02

## ***Références bibliographiques***

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

[2] **BOUZNAD, I.** Ressources en eau et Essai de la gestion intégrée dans la vallée Sud d'Oued Righ (W. Ouargla) (Sahara septentrional algérien) » mémoire de magister. 2009, Université Badji Mokhtar – Annaba

[3] **CARLIER.M.** Hydraulique générale et appliquée, édition Eyrolles 1972.Paris.

[4] **DJIDEL, M.** Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette d'Ouargla (Sahara septentrional, Algérie)' thèse doctorat, 2008. Université Badji Mokhtar - Annaba.

[5] **DUPONT.A.** Hydraulique urbaine, Tome II, Editions Eyrolles 1979.paris.

[6] **LENCASTRE.A.** Hydraulique générale, édition Eyrolles 1983.Paris.

[7] **SALAH, B.** Poly copies d'alimentation en eau potable. Edition 1993, ENSH Blida

[8] **SALAH, B.** Poly copies de comportement mécaniques des conduites enterrées. Edition 1994. ENSH Blida

[9] **UNESCO.** Etude de ressources en eau du Sahara septentrional rapport sur les résultats du projet, 1972. Paris